



Universidade de Aveiro Departamento de Comunicação e Arte
2009

PATRICK MICHAEL
MARQUES PEDROSA

**CONTRIBUTOS PARA A INTERVENÇÃO DO
DESIGN NA TECNOLOGIA MULTI-TÁCTIL**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Design, realizada sob a orientação científica do Doutor Vasco Branco, Professor Nuno Dias do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Prof. Designer Francisco Maria Mendes de Seíça da Providência Santarém
Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

arguente

Prof. Doutor Raul José Ribeiro de Matos Cunha
Professor Auxiliar da Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa

orientador

Prof. Doutor Vasco Afonso da Silva Branco
Professor Associado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

co-orientador

Prof. Mestre Luís Nuno Coelho Dias
Assistente do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço a todos os que, de alguma forma, contribuíram e encorajaram durante o processo de investigação e desenvolvimento da dissertação.

Aos meus pais e irmão pelo seu apoio financeiro no desenvolvimento do projecto que me deram condições para prosseguir com a minha formação académica

Agradeço aos docentes do curso de mestrado em Design, nomeadamente, ao meu co-orientadores Nuno Dias e orientador Vasco Branco, pelo apoio, dedicação, bibliografia que facultaram e encorajamento que deram desde o início de toda a investigação.

À namorada e a todos os meus amigos pela sua amizade e disponibilidade que sempre manifestaram ao longo da vida.

palavras-chave

Multi-táctil, táctil, Design, Graspable user interfaces, Tangible User Interfaces, Mesa Multi-táctil

resumo

Este trabalho assenta numa reflexão sobre o papel do design na implementação da tecnologia multi-táctil em novos objectos e o seu contexto de utilização.

Pretende-se com este trabalho abordar algumas técnicas úteis para construção de plataformas multi-táctil de baixo custo, salientando alguns projectos realizados com base nesta tecnologia.

Este estudo aborda conceitos básicos sobre a tecnologia multi-táctil e é inspirado em distintos projectos apresentados, num propósito de facilitar e criar abertura para o design no desenvolvimento de equipamentos neste ramo tecnológico.

Considerando o multi-táctil um meio para alcançar novas formas de interacção, através do recurso a sistemas de sensores, ambiciona-se compreender o papel do design no processo de criação de equipamento multi-táctil e dispositivos que nela interajam. Para tal, este estudo adopta duas direcções distintas: primeiro, uma contextualização da tecnologia em estudo, investigando dispositivos e analisando conceitos essenciais no seu processo de construção. Segundo, com base nessa investigação é concebido um equipamento multi-táctil segundo o ponto de vista do design.

Tratando-se de uma tecnologia prometedora e num futuro próximo vir a fazer parte do dia a dia do indivíduo, ambiciona-se um papel activo do design para uma óptima aplicação desta tecnologia.

keywords

Multi-touch, Touch, Design, Graspable user interfaces, Tangible User Interfaces, Multi-touch Table

abstract

This work is based on a reflection on the role of design in the implementation of multi-touch on new objects and their context of use.

The aim of this work is to address some useful techniques for building platforms multi-touch, highlighting some projects based on this technology.

This study discusses basics concepts of multi-touch technology and is inspired by different projects, presented for the sake of ease and openness to the design in the development of technological equipment in this field.

Considering the multi-touch, a means to achieve new forms of interaction, through the use of sensor systems, seeking to understand the role of design in the process of creating multi-touch equipment and devices that interact in it. To this end, this study adopts two directions: first, a background of the technology study, investigating devices and analyzing key concepts in their construction process. Second, based on this research is produced a multi-touch equipment from the point of view of design.

Since this is a promising technology and in the near future will become a part of everyday life of the individual, is expected that design have an active role for the application of this technology.

Índice

Índice	1
1. Introdução	4
1.1. O contributo do design na tecnologia multi-táctil	4
1.1.1. Multi-tácteis! Porquê hoje?	4
1.1.2. Aplicações comerciais	6
<i>Iphone, Apple 2007</i>	6
<i>Surface, Microsoft 2007</i>	8
1.2. Estrutura da dissertação	8
2. Multi-táctil	10
2.1. Detecção e processamento	13
2.1.1. Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)	14
2.1.2. Diffused Illumination (DI)	17
2.1.3. Laser Light Plane (LLP)	19
2.1.3.1. <i>Mapeamento das vantagens e desvantagens de cada um dos sistemas multi-tácteis</i>	20
2.2. Implementação em ecrãs LCD	20
2.2.1. Processo de construção	22
3. Paradigmas de interacção com multi-tácteis	24
3.1. Graspable User Interface (GSUI)	24
3.1.1.1. <i>Reactable</i>	26
3.1.1.2. <i>ReactIVsion</i>	27
3.1.1.3. <i>Fontplore</i>	30
3.1.1.4. <i>AudioPad</i>	31
3.1.1.5. <i>MusicBottles</i>	32
3.2. Tangible User Interface (TUI)	33
3.2.1.1. <i>Urban Planning Workbench</i>	34
3.2.1.2. <i>InTouch</i>	36
3.2.1.3. <i>Space Invaders (Multitouch Barcelona)</i>	37
3.2.1.4. <i>Puddle of Life (SenseBloom)</i>	39
4. Projecto de uma mesa multi-táctil	40
4.1. Programa	40
4.2. Tecnologia	43
4.2.1. Processo de construção da mesa alpha	47
4.2.1.1. <i>Projector</i>	48

4.2.1.2. Processo de modificação da câmara	49
Processo de alteração de uma webcam Xbox 360 Live Vision	51
4.2.1.3. Display	55
4.2.1.4. Software de calibração	56
Calibração do TBeta	59
Calibração do vídeo	60
4.3. Projecto de uma mesa multi-táctil [Laboratório Contagio]	61
4.4. Projecto de uma secretária multi-táctil [Projecto Base]	72
5. Conclusões	79
5.1. Comentários finais	79
5.2. Trabalho futuro	79
5.2.1. Projecto de uma mesa multi-táctil	79
5.2.2. Multi-tácteis 3D	80
5.2.3. Interações tangíveis	81
5.2.4. A magia como metáfora para o desenvolvimento de novos objectos no âmbito do multi-táctil	81
5.2.5. Elaboração de uma marca	82
6. Bibliografia	84
Lista de figuras	86
Anexo 1 Definição, missão e contexto do Contagio	88
<i>Estratégia do estúdio/laboratório</i>	88
<i>Bolsa de ideias e projectos</i>	88
Anexo 3 Calibração vídeo e iniciação de aplicações demos em Flash	89
Anexo 3 Estudos de Óptica Geométrica	91
Anexo 4 Estudos e esboços de equipamentos multi-tácteis	93
Anexo 5 Cálculo dos ângulos da projecção para determinar dimensões da secretária multi-táctil	96

1. Introdução

1.1. O contributo do design na tecnologia multi-táctil

Desde a entrada no mercado do Iphone da empresa Apple, que o termo *multi-touch* se tem difundido pelo mundo de boca em boca. Normalmente, a invenção de uma tecnologia é marcada pelo momento do sucesso comercial de um produto que aplique essa tecnologia. A tecnologia multi-táctil passou pela mesma viagem: o sucesso do Iphone e a comunicação do Surface da Microsoft despertou um interesse de massas, ou pelo design ou pela interacção natural e divertida que estes equipamentos oferecem. A adesão a esta tecnologia tem sido crescente em todo o mundo, reconhecendo-a como algo novo, moderno e revelador. No entanto, embora este termo pareça actual, as opiniões que surgem escondem uma longa história acerca dele. Não se trata de uma tecnologia assim tão recente já que as suas origens remontam aos anos 80. A “invenção” e comercialização destes revolucionários equipamentos, como o Iphone, são apenas marcos importantes na evolução da tecnologia.

„(...) "new" technologies - like multi-touch - do not grow out of a vacuum. While marketing tends to like the "great invention" story, real innovation rarely works that way.“¹

1.1.1. *MULTI-TÁCTEIS! PORQUÊ HOJE?*

Bill Buxton, embora bastante ligado a projectos de desenvolvimento de interfaces, também como designer levanta algumas questões essenciais do ponto de vista do design quanto ao progresso da tecnologia multi-táctil.

Este registo histórico acerca da proveniência do multi-táctil poderá suscitar a seguinte interrogação: Porque é que demorou quase 30 anos para que o primeiro produto fosse comercializado com base nesta tecnologia? Se o início do multi-táctil remonta aos anos 80, então porque importa estudá-la hoje? Bill Buxton recorda o exemplo do rato de computador:

¹ Buxton Bill em Multi-Touch Systems that I Have Know and Loved, 2008

„Remember that it took 30 years between when the mouse was invented by Engelbart and English in 1965 to when it became ubiquitous, on the release of Windows 95. Yes, it was released commercially on the Xerox Star and PERQ workstations in 1982, and I used my first one in 1972 at the National Research Council of Canada. But statistically, that doesn't matter. It took 30 years to hit the tipping point“.²

As novidades tecnológicas geram expectativas e curiosidade, mas também tendem rapidamente a banalizar-se após um período de fascínio. Terá o multi-táctil o mesmo fim? Provavelmente sim, mas, vejamos o rato e o teclado ainda sobrevivem, e duram há já quase duas décadas desde o seu auge comercial. Por um lado, a comercialização de equipamento multi-táctil ainda se encontra longe desse pico e, possivelmente quando chegar, a interacção realizada através do rato poderá ter os seus dias contados e ser substituída pelo toque “directo” dos dedos.

„To significantly improve a product by a given amount, it probably takes about two more orders of magnitude of cost, time and effort to improve the display as to get the same amount of improvement on input. Why? Because we are ocular centric, and displays are therefore much more mature. Input is still primitive, and wide open for improvement. So it is a good thing that you are looking at this stuff. What took you so long?“³.

Como Bill Buxton evidencia, mesmo passado estes 30 anos, a entrada da tecnologia multi-táctil ainda é muito primitiva e dedicada fundamentalmente à investigação de soluções de engenharia, importantes para uma maior eficiência do sistema. Mesmo hoje, a actividade do design de equipamento em torno desta tecnologia ainda não se afirmou para dar continuidade a este processo. Aliás, seja qual for a tecnologia, só chega ao grande público pela acção do design na concepção de produtos que integrem uma tecnologia.

Quanto ao facto da demora na comercialização possivelmente estará ligada ao débil desenvolvimento de interfaces que têm dificultado o progresso desta tecnologia. Ainda hoje as aplicações utilizadas não tiram o total partido daquilo que esta tecnologia tem para oferecer. Basta reparar nas dificuldades na realização de aplicações NUI⁴. Schöning, Krüning A., Oliver P referem:

„Multi-touch has great potential for exploring complex content in an easy and natural manner. In general, tangible user interfaces provide physical form to digital information and computation. People have developed sophisticated skills for sensing and manipulating their physical environments. However, most of these skills are not employed in interaction with the digital world today.

² Buxton Bill em *Multi-Touch Systems that I Have Know and Loved*, 2008

³ Buxton Bill em *Multi-Touch Systems that I Have Know and Loved*, 2008

⁴ Natural User Interface

Surprisingly many applications using a multi-touch enabled surface fall well short of utilising the full potential that multi-touch interaction has to offer.”⁵

Outro factor implicado na “tardia” comercialização prende-se provavelmente na escassa intervenção do design no projecto de equipamento multi-táctil. Poucos têm sido os produtos multi-tácteis que resultam da intervenção do design de equipamento e, mesmo esses, não têm tirado o máximo partido daquilo que a tecnologia oferece. A incapacidade de oferecer uma interacção mais natural, problemas ergonómicos e a escassa aplicação da tecnologia em diferentes contextos de uso, são alguns dos problemas que poderemos encontrar em alguns objectos já desenvolvidos.

Sendo esta tecnologia promissora ao nível de uma interacção mais natural e podendo a médio prazo habitar o dia a dia do indivíduo, cabe ao design, a reflexão sobre as possibilidades que esta oferece às pessoas, daí ser importante salientar alguns dos problemas e possíveis caminhos que designers devem ter em conta na concepção de equipamento multi-táctil.

Um outro aspecto que justifica o lento progresso da tecnologia multi-táctil prende-se com o custo das componentes de hardware. Actualmente, os preços de um projector adequado, de uma câmara e de um computador são bastante mais baixos do que nas décadas de 80 e 90, sendo possível desfrutar de uma maior eficácia desses sistemas.

Neste âmbito, Jefferson Y. Han⁶ deu um grande contributo, através de uma conferência realizada em 2005 pela TED⁷, mostrando ao mundo o modo fácil e barato de realizar uma plataforma multi-táctil⁸.

1.1.2. APLICAÇÕES COMERCIAIS

Iphone, Apple 2007

Se pensarmos de forma sucinta em investigar sobre a tecnologia multi-táctil rapidamente encontramos razões para o fazer.

⁵ Schöning J, Krüning A., Oliver P, Multitouch is Dead, Long Live Multitouch, CHI 2009, April 9, 2009, Boston, MA, USA

⁶ Jefferson Y. Han, Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection, Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology, October 23-26, 2005, Seattle, WA, USA

⁷ TED (Technology, Entertainment, Design) “conferência anual que define sua missão como “ideas worth spreading”. As palestras, chamadas de TED Talks cobrem um amplo conjunto de temas como ciência, artes e design, política, educação, cultura, negócios, questões globais, tecnologia e desenvolvimento, e entretenimento. Oradores já incluíram pessoas como o ex-presidente dos estados unidos Bill Clinton, James D. Watson, Murray Gell-Mann, e Al Gore, co-fundador da Microsoft Bill Gates, co-fundadores do Google Sergey Brin e Larry Page, e Billy Graham.” Fonte do site wikipedia.com

⁸ Isto, através de um sistema de sensores conhecido como FTIR, o qual será descrito ao longo deste documento.

No entanto, é relevante perceber se esta opção é viável em termos comerciais e para tal, são descritos em seguida alguns produtos que adoptam este tipo de tecnologia, passíveis de serem encontrados no mercado, alguns deles de sucesso comercial.



Figura 1: Iphone da Apple

Tocamos no Iphone, o mais popular exemplo de equipamento multi-táctil até ao momento. O Iphone foi apresentado pela primeira vez em Janeiro de 2007, por Steve Jobs⁹, e já vendeu mais de 10 milhões de unidades. Trata-se de um grande sucesso comercial para a Apple, que reúne neste artefacto quase 3 décadas de investigação.

Este produto consiste num telemóvel que possui a função de câmara digital, Internet, iPod com conexão Wi-Fi local. A partir do gesto permite ao utilizador realizar acções bastantes naturais, como desbloquear o telemóvel deslizando um dedo para a direita. Nas aplicações de fotos permite ampliar e reduzir a imagem, afastando ou aproximando a distância entre o polegar e o dedo indicador, de entre outras interações. Todos estes gestos simples, que aliciam o utilizador na interação, fizeram do Iphone um objecto apetecido. Independentemente de todas as críticas, sobre inconsistências nas aplicações ou no processamento, (já corrigidas em novas versões do Iphone) não deixa de ser um sucesso comercial e até uma referência nesta tipologia de produtos.

⁹ Empresário co-fundador das empresas Apple Inc, Next e do estúdio Pixar.

Surface, Microsoft 2007

O Surface – produto Multitouch da Microsoft – pode ser encontrado actualmente em casinos e hotéis a um preço que ronda os 10 mil euros. Este equipamento utiliza no seu interior



Figura 2: Microsoft Surface

5 câmaras, 1 projector e 1 computador com o sistema operativo Windows. Tem a capacidade de reconhecer objectos a partir de etiquetas RFID integradas, permitindo ao utilizador transferir ficheiros de música entre dispositivos que estejam em contacto com a mesa. Na prática, o dispositivo quando colocado sobre a mesa, emite em sua volta, um menu gráfico, dando ao utilizador a possibilidade de arrastar os conteúdos para outro dispositivo.

1.2. Estrutura da dissertação

O presente texto é abordado segundo três direcções: tecnologia, programa e autoria. No âmbito da tecnologia descreve-se o multi-táctil, o modo como pode ser concebido e paradigmas de interacção com equipamentos que possuem esta tecnologia. Seguidamente, o programa em que o projecto é

enquadrado, identificando o problema específico para o seu desenvolvimento. Por fim, na terceira parte, apresenta-se o projecto de uma mesa multi-táctil reflectindo o pensamento de design na sua construção.

2. Multi-táctil

Neste tópico é abordado historicamente o multi-táctil e de que forma pode ser concebido.

O multi-táctil surge como um modo de interacção que permite a manipulação dos elementos gráficos, através de dedos, de marcadores fiduciais ou de outros objectos sobre uma plataforma interactiva. Um dos primeiros projectos multi-táctil nasceu em 1982, por *Nimish Mehta* da *University of Toronto*, demonstrando um protótipo designado de *Flexible Machine Interface*¹⁰. No mesmo ano surge o *Video place*¹¹, por Myron Krueger. O *Video place* consiste num sistema de vídeo, capaz de interagir, através dos movimentos do corpo de uma pessoa, elementos gráficos dispostos sobre uma tela. Este equipamento permitiu realizar uma série de experiências, em torno da interacção homem-máquina, que puseram em causa alguns problemas de interacção de muitos sistemas disponíveis na altura.

Em 1983, *Lloyd H. Nakatani* e *Jonh A. Rohrlich* da *Bell Laboratories* surgem com o artigo *Soft Machine*.

„A soft machine is implemented by software which simulates hard machines in two important respects. First, a soft machine is made to looklike a hard machine by graphics software that generates images of controls such as keys, pushbutton switches, and slide potentiometers on the screen of a color video display.“¹²

A *Soft Machine* consistia numa plataforma onde eram representados, através do recurso ao computador, painéis de controlo gráficos que operavam controlos físicos. Este sistema foi criado para dar resposta à dificuldade de controlar máquinas, que na altura (meados de anos 70), requeriam algum esforço físico para serem manobradas. Daí, as *Soft Machines* permitirem activar,

¹⁰ Metha, N. (1982), A Flexible Machine Interface, M.A.Sc. Thesds, Department of Electrical Engineering, University of Toronto

¹¹ Myron Krueger - Videoplace, Responsive Environment, 1972-1990s

<http://www.youtube.com/watch?v=dmmxVA5xhuo>

¹² Nakatani, L. H. & Rohrlich, John A. (1983). Soft Machines: A Philosophy of User-Computer Interface Design. Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'83), 12-15.

através do dedo, interruptores, alavancas e botões, sem requerer força excessiva por parte do utilizador. Esta ideia de tornar a interacção com a máquina mais suave já tinha sido abordada em 1977, por *Ken Knowlton*, que explorou o modo como transformar um sistema detido de controlos duros por um sistema sensível.

O estudo em torno das *Soft Machines* veio dar lugar à comercialização de um dos primeiros produtos - a Xerox 5700 Electronic Printing System (Schuyten, 1980). Este equipamento consistia num ecrã tátil a preto e branco que operava os controlos através de elementos gráficos.

Mais recentemente, Jefferson Y. Han, um dos gurus da actualidade em multi-tátil, procurou mostrar o potencial de uma plataforma multi-tátil. Descreve um modo simples e barato de realizar uma plataforma multi-tátil, com recurso a retro projecção e baseado num fenómeno de sensores denominado de FTIR¹³ (Frustrated Total Internal Reflection), o qual será descrito em seguida. O objectivo deste trabalho é dar a conhecer o multi-tátil como uma tecnologia fácil de implementar.



Figura 3: Jeff Han | Demonstração no TED Conferences do sistema Frustrated Total Internal Reflection (FTIR) (Fevereiro 2006)

http://www.ted.com/index.php/talks/jeff_han_demos_his_breakthrough_touchscreen.html

„We present a simple technique for robust multi-touch sensing at a minimum of engineering effort and expense. (...) It is not the aim of this paper to explore the multi-touch interaction techniques that

¹³ Jefferson Y. Han, Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection, Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology, October 23-26, 2005, Seattle, WA, USA

this system enables, but rather to make the technology readily available to those who wish to do so.”¹⁴

A acesso à tecnologia, através do reconhecimento do modo como o multi-táctil pode ser concebido, tem permitido o desenvolvimento de superfícies a baixo custo impulsionando novas inovações tecnológicas e aplicações. Esta abertura de conhecimento permite um acelerar do progresso da tecnologia, assim como uma maior actividade no mercado de equipamento multi-touch.

Como refere Jefferson Y. Han,

“Touch is a very natural and intuitive way for people to interact. However, typical touchscreen technology, such as that commonly found in kiosks and interactive whiteboards, are limited to detecting only a single point of contact at a time. This makes them completely unsuitable for enabling touch interaction on larger displays designed to accommodate multiple users, since any one touch will prevent any others from being registered at the same time.”¹⁵

Não se trata de uma tecnologia recente pois o uso de sensores para fins multi-táctil surgiram no começo dos anos 80. Inicialmente, os sistemas tinham uma abordagem demasiado complexa, recorrendo a superfícies opacas e obrigando à utilização de um projecção frontal, o que era constrangedor devido à interferência da sombra na área de interacção provocada pelo utilizador. Por outro lado, o equipamento técnico não era eficiente para suportar graficamente o multi-táctil e o computador não oferecia resposta imediata ao toque.

Hoje podemos usufruir de computadores com grande capacidade gráfica e de processamento de informação que são capazes de suportar esta tecnologia. Isto possibilita ao utilizador interagir de forma imediata com os elementos gráficos, com uma menor ou mesmo sem latência entre o gesto e a respectiva representação gráfica. O uso de sensores, neste âmbito, também se tornou chave para que fosse possível um maior dinamismo neste modo de interacção que permite a exploração de gestos naturais e intuitivos para aplicação num contexto multi-táctil. Muitos trabalhos têm surgido nesse campo de acção como os desenvolvidos pela *Fingerworks* e a *Apple*.

¹⁴ Jefferson Y. Han, Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection, Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology, October 23-26, 2005, Seattle, WA, USA

¹⁵ Jefferson Y. Han, Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection, Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology, October 23-26, 2005, Seattle, WA, USA

2.1. Detecção e processamento

Tecnicamente um multi-táctil é possível basicamente com recurso a um computador, um projector ou um LCD, uma câmara, uma superfície de acrílico ou vidro, iluminação infravermelha ou laser e um software que permite a substituição dos comandos do teclado e do rato pelos dedos ou objectos que estejam em contacto com a superfície.

O computador executa as aplicações que são apresentadas para a superfície através do projector ou LCD. O interior da superfície, por sua vez, é iluminado por luz infravermelha ou laser. Quando a luz é interrompida pelos dedos ou objectos, a câmara vai permitir identificar as zonas de interrupção e, através de um software, designado de *TouchLib* ou *Tbeta*, vai substituir os comandos do rato e do teclado por essas zonas de contacto (designados de *Blobs*).

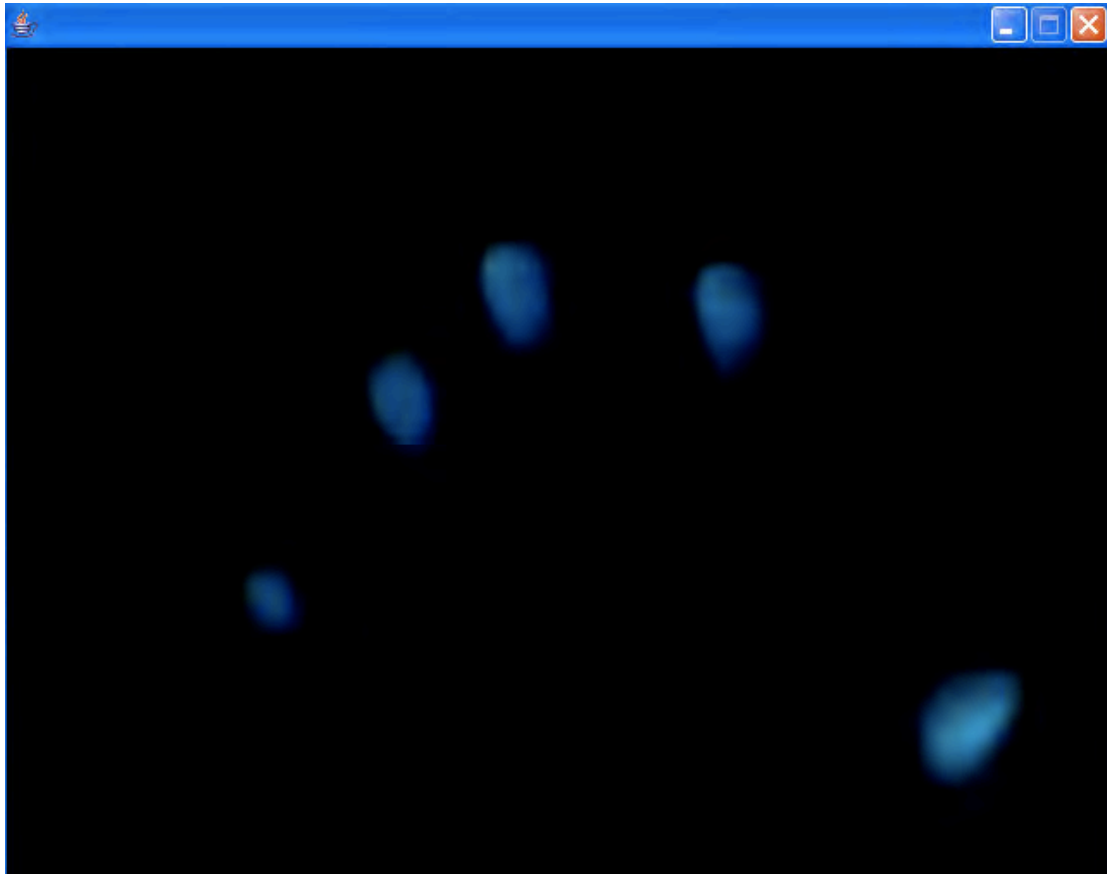


Figura 4: Blobs

Seguidamente, são abordados três processos actualmente usados para poder transformar uma superfície numa plataforma interactiva multi-táctil.

São eles: FTIR (Frustrated Total Internal Reflection), LLP (Laser Light Plane) e DI (Diffused Illumination).

Estes sistemas permitem interpretar a informação deixada pela combinação de movimentos realizados pelos dedos e manipular os elementos gráficos dispostos na superfície.

2.1.1. FRUSTRATED TOTAL INTERNAL REFLECTION (FTIR)

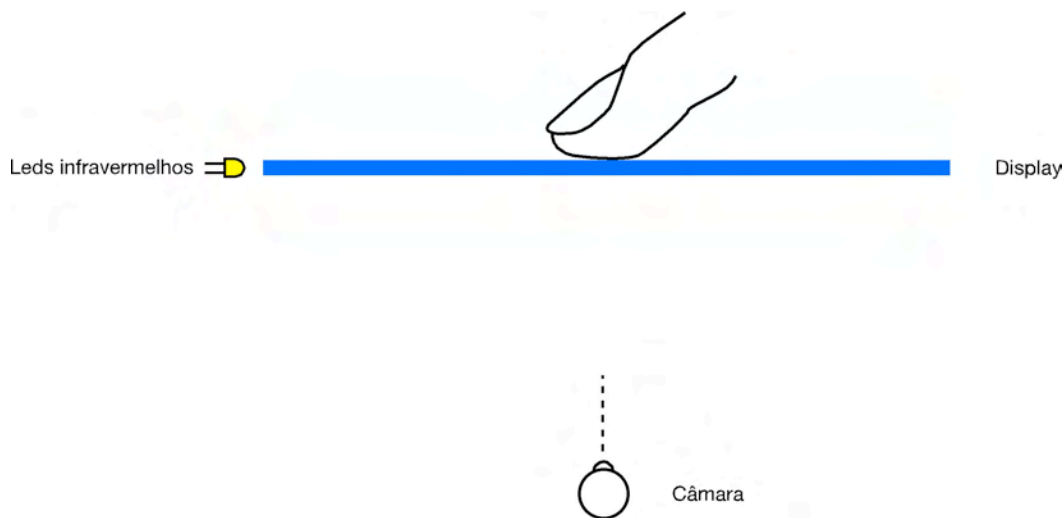


Figura 5: Sistema FTIR | Frustrated Total Internal Reflection

O sistema FTIR (Frustrated Total Internal Reflection) integra projector, câmara e lâmpadas de iluminação infravermelha.

Este sistema é baseado num fenómeno designado de TIR (Total Internal Reflection), conceito familiar a disciplinas que abordam sensores. Esta técnica foi inicialmente transposta para um contexto “touch”, em 1973 por *Mueller*, numa plataforma que permitia desenhar objectos de formato livre.

Teoricamente, a luz infravermelha é propagada pelo interior do vidro ou acrílico, sendo que esta técnica é normalmente conseguida com recurso a umas cavilhas de leds infravermelhos que são colocadas nas laterais da superfície acrílica e que vão iluminar o interior do acrílico.

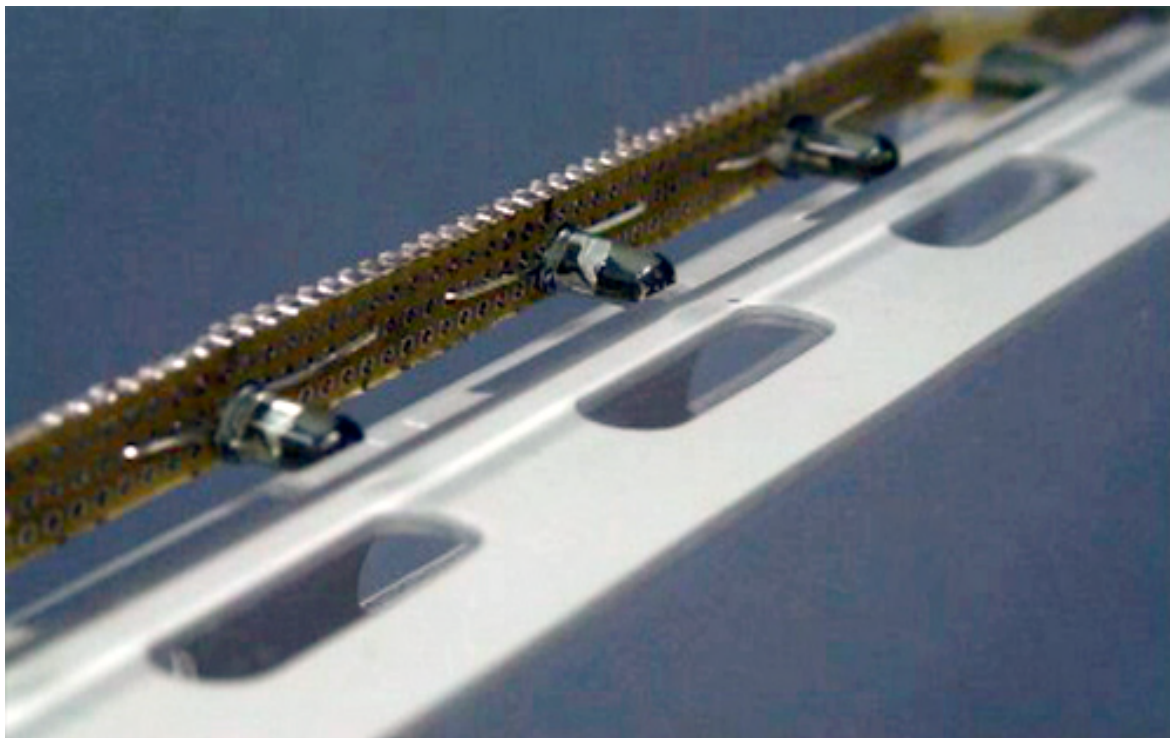


Figura 6: Cavilha com leds infravermelhos

Quando os dedos entram em contacto com a superfície, a luz é interrompida e detectada pela câmara de vídeo monocromática, que vai receber o sinal em tempo real.

Esta técnica fornece informação sobre qualquer contacto com a superfície do acrílico diferenciando um toque ligeiro de um toque mais sentido. A pressão por sua vez não é sentida, no entanto, a configuração do toque, pode associar a pressão à duração da pressão de um dedo sobre a superfície.

Trata-se de uma técnica que, embora barata é muito eficiente e trivial no seu uso. Esta técnica possui grandes vantagens no desempenho, simplicidade e viabilidade, sendo até aconselhável em superfícies de maiores dimensões.

A eficiência do sensor na captação de *blobs* está profundamente dependente da qualidade do objecto que entra em contacto com a superfície. Por um lado, a superfície poderá não identificar luvas ou objectos de maiores dimensões e por outro, a pele seca poderá reproduzir um sinal óptico mais fraco, o que poderá pôr em causa uma fraca experiência por parte do utilizador na medida em que os movimentos gerados por ele podem deixar de ser acompanhados pelo sistema e, deste modo, levar à frustração do usuário. A superfície também poderá ficar sujeita a nódoas de óleos e suor, causados pelos dedos, e, o uso frequente poderá levar a pequenos arranhões no acrílico contribuindo para um aumento de ruído na captação do sinal pelo aparecimento de pontos falsos.

Embora a criação deste sistema tenha sido um grande marco na história do multi-táctil, apresentando excelentes resultados na monitorização dos dedos, tem o inconveniente de não conseguir identificar marcadores fiduciais para reconhecimento de objectos pelo facto de a luz infravermelha apenas se dispersar pelo interior do acrílico.

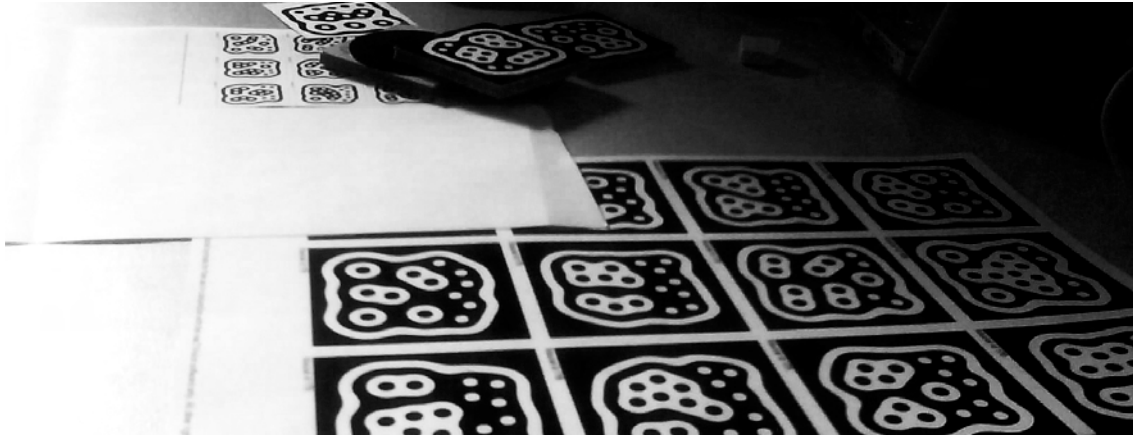


Figura 7: Exemplo de marcadores fiduciais

Vantagens:

Não necessita de estar instalado num ambiente completamente fechado;

Oferece grande contraste na imagem projectada;

Quanto melhor trabalhada for a superfície, melhor é a precisão que se pode obter do toque, até mesmo com a ponta de uma caneta.

Desvantagens:

A instalação requer a colocação de leds emissores de luz infravermelha;

Não reconhece objectos nem marcadores fiduciais;

É aconselhável que a superfície seja revestida por uma película de silicone.

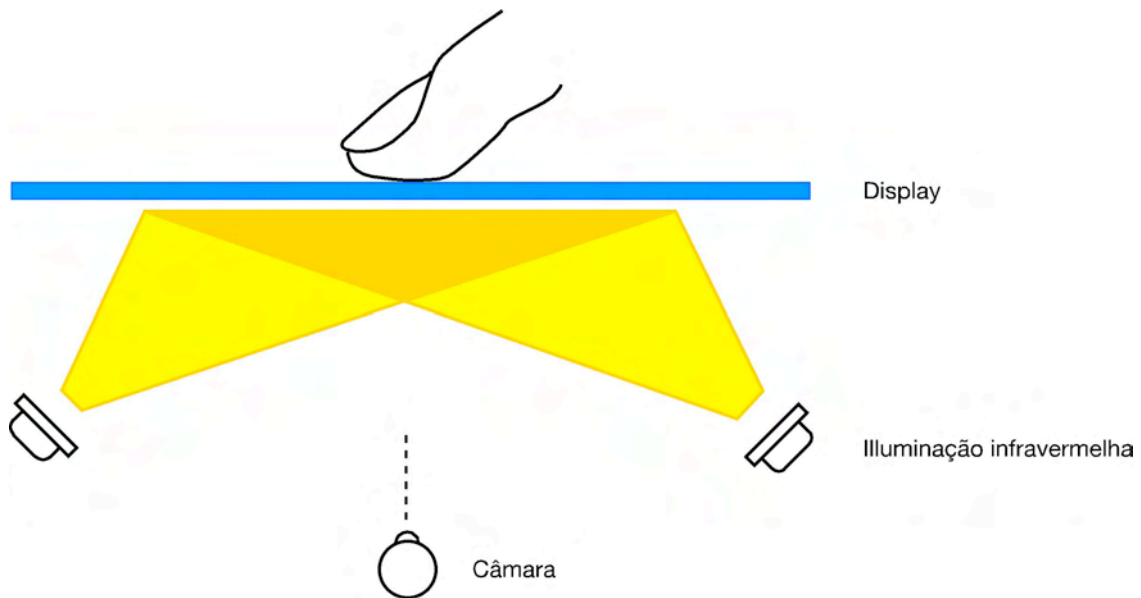
2.1.2. *DIFFUSED ILLUMINATION (DI)*

Figura 8: Sistema DI | Diffused Illumination

A *Diffused Illumination* (DI) apresenta-se como uma técnica bastante utilizada na construção de plataformas multi-tácteis, como por exemplo, a *Microsoft Surface* e a *Reactable*¹⁶.

Como se representa na figura, este sistema integra projector, câmara e lâmpadas de iluminação infravermelha. Tal como o sistema *Frustrated Total Internal Reflection* (FTIR) a luz infravermelha é retida na superfície de contacto de modo a que a câmara detecte os pontos de interrupção da luz infravermelha.

Este sistema de sensores tem a particularidade de reconhecer objectos ou marcadores fiduciais. Trata-se de uma assinalável vantagem em relação ao sistema apresentado anteriormente, o FTIR. Este facto deve-se à forma como a iluminação é difundida na superfície, assim, no sistema FTIR, a luz infravermelha é propagada pelo interior do acrílico impedindo que a câmara detecte grandes

manchas de contacto. O sistema DI, por sua vez, consiste na difusão da luz infravermelha exterior à superfície de contacto, processo que demonstra, sem dúvida, essa grande vantagem. No entanto, isso implica um maior controlo da luz exterior à mesa, ocorrendo o risco de falsos pontos. O sistema tem de ser totalmente fechado e isolado de qualquer luz para garantir uma boa captação de *blobs* (ver figura 4) e o mínimo ruído possível e a iluminação infravermelha deve-se encontrar regularmente difundida pela superfície para evitar zonas de maior ou menor intensidade de luz infravermelha.

Vantagens:

A superfície pode ser feita de qualquer material sem a necessidade de qualquer tipo de aplicação;

Não requer leds;

A instalação é simples;

Consegue reconhecer objectos, dedos ou marcadores fiduciais.

Desvantagens:

Há uma dificuldade no controlo da iluminação;

Os pontos de acção perdem algum contraste;

Aumenta a possibilidade de existirem falsos pontos de acção;

É aconselhado que seja instalado em ambiente fechado.

2.1.3. *LASER LIGHT PLANE (LLP)*

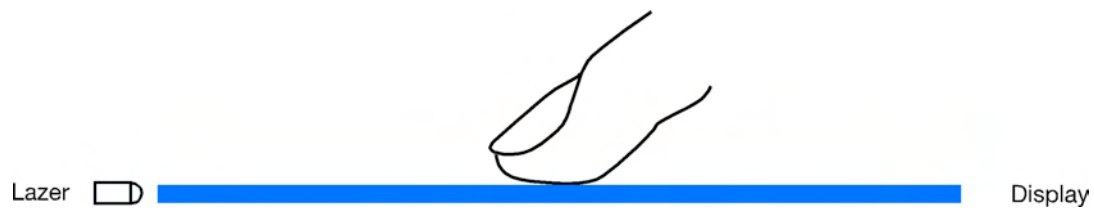


Figura 9: Sistema LLP | Laser Light Plane

Vantagens:

A superfície pode ser feita de qualquer material sem a necessidade de qualquer tipo de aplicação;

Não requer leds;

A instalação é simples;

Não necessita de estar instalado num ambiente completamente fechado;

É mais barato em relação a todos os outros sistemas.

Desvantagens:

Não tem sensibilidade quando pressionado;

Não consegue reconhecer objectos, nem o seu deslocamento.

2.1.3.1. Mapeamento das vantagens e desvantagens de cada um dos sistemas multi-tácteis

	FTIR	DI	LLP
Viabilidade	●	●	●
Custo	●	●	●
Controlo de Iluminação	●	●	●
Instalação em Ambiente fechado	×	✓	×
Contraste na Detecção de ponto	●	●	●
Dificuldade na Instalação	●	●	●
Controlo dos Pontos Falsos	●	●	●
Reconhecimento de Objectos	×	✓	×
Uso de Leds Iluminadores IR	✓	●	×
Uso de soldas	✓	×	×
Sensibilidade Pressão	●	●	●
Precisão do toque	●	●	●
Uso de Screen Vidro	×	●	●
Uso de Screen Acrílico	●	●	●
Uso de Screen Pluxiglas Silicone	●	●	●

2.2. Implementação em ecrãs LCD

Este tópico descreve um modo de baixo custo para implementar a tecnologia multi-toque num monitor LCD a que se dá o nome de *ThinSight*. Esta abordagem permite-nos perceber as vantagens que um monitor pode proporcionar em relação ao uso de projectores e, por outro lado, compreender de uma forma geral, o modo como o sistema de detecção funciona.

Ao longo dos tempos muitos desenvolvimentos têm existido no que toca ao desenvolvimento de sistemas multi-tácteis. Muitas técnicas têm sido desenvolvidas para capturar o toque e os objectos. O sistema que agora se apresenta distingue-se, de todos os outros sistemas falados anteriormente, deixando de parte o projector, como transferência de imagem, e adoptando o LCD. Provavelmente este sistema poderá vir a ser o mais utilizado no futuro em aplicações multi-tácteis pois o uso do projector detém a desvantagem de ocupar nas costas da plataforma uma grande quantidade de espaço condicionado pelo ângulo de abertura deste. O desuso actual do monitor LCD, em equipamentos multi-tácteis, está comprometido ao custo desta componente quando a intenção passa pela sua realização para áreas maiores pois o custo do LCD depende da dimensão.

“LCD screens have many affordances that make it a more viable option as the display surface for the future of multi-touch interfaces”¹⁷.

No entanto, este tipo de abordagem, a partir desta componente, poderá dar fruto de boas soluções no desenvolvimento de equipamento multi-táctil para designers.

Nima Motamedi, através do seu artigo evidencia algumas das vantagens e desvantagens do uso de telas LCD em aplicações multi-tácteis:

Alta resolução: Actualmente os monitores LCD possuem uma resolução de 1.920 x 1.080 pixéis, superior à resolução standard dos projectores.

Custo: Este tipo de tela poderá ter um custo superior ao projector quando requerida para maiores dimensões.

Forma: Ao contrário do projector, não exige grande espaço, podendo ser inadequado quando aplicado em ambientes cuja área já é reduzida. No mercado é possível encontrar LCDs com pequenas espessuras de aproximadamente 3cm.

Omnipresença do LCD: Graças à sua forma, com pequena espessura, é possível aplicar este equipamento em qualquer tipo de superfície. Esta vantagem possibilita ao utilizador desfrutar da interacção com estes ecrãs, diariamente e em qualquer meio de forma mais natural. Por outro lado, possibilita a designers a criação de equipamentos sem constrangimentos de espaço comprometido ao projector.

Montagem fácil: A instalação com base no projector é muito mais complexa e demorada, requerendo calibração de modo a alinhar correctamente a imagem projectada com o sensor da câmara. No entanto, o LCD não requer essa calibração da imagem.

Durabilidade: os LCD's são energeticamente mais eficientes e possuem uma durabilidade superior à dos projectores.

¹⁷ Motamedi Mima, HD Touch: Multi-touch and Object Sensing on a High Definition LCD TV, Simon Fraser University, Vancouver, Canada, 2008

2.2.1. PROCESSO DE CONSTRUÇÃO



Figura 10: Protótipo realizado através de um monitor LCD realizado por Nima Motamedi

Nima Motamedi descreve no seu artigo os processos da construção do seu protótipo, desenvolvido com base em monitores HD LCD, na *Simon Fraser University* no Canada. Este produto permite a detecção de dedos e objectos, desfrutando da qualidade visual que o HD LCD por si já possui, e apresentado como alternativa viável aos sistemas de projecção.

O principal desafio passa por combinar a recepção do infravermelho feito pela webcam com o painel LCD. Para a construção deste protótipo foi utilizado um monitor LCD de 19 polegadas (figura 13). Em primeiro lugar o LCD foi desmontado sem recorrer à modificação da parte de electrónica da componente. Foi colocada uma folha de cor branca na parte traseira com a função de reflectir luz para tornar o ecrã mais brilhante. Em cima da superfície foi instalado, em torno do ecrã LCD, uma cadeia de Leds infravermelhos que iluminam com luz infravermelha toda a superfície.

Nas costas foi colocada a webcam que vai permitir ao sistema reconhecer os pontos de contacto deixados pela interrupção do infravermelho emitido pelos leds.

Até este ponto, o sistema apenas é capaz de reconhecer os dedos, sendo incapaz de reconhecer qualquer objecto. A fase seguinte da montagem descreve o modo de fazer a detecção de objectos.

Segundo uma abordagem típica o objecto seria sujeito à colagem de marcadores fiduciais, isto é, impressões em papel conforme um padrão e fixos na base do objecto¹⁸. A luz infravermelha reflecte o padrão de marcadores fiduciais que posteriormente é identificado pela câmara. Contudo, uma vez que o ecrã apenas se encontra iluminado nas laterais, é impossível ser interrompido o infravermelho através de marcadores fiduciais. Em vez disso são recortados pedaços de plástico com forma de marcadores fiduciais, onde será embutido em cada objecto um led infravermelho que enviará sinal para a câmara. Desta forma, cada objecto emite luz num padrão específico e sendo essa luz mais visível será mais fácil a câmara detectar o objecto.

Esta abordagem permite-nos obter dados importantes e poder tirar partido de um campo mais amplo de técnicas de interacção: detecção do rasto dos dedos e objectos; diferenciação na detecção entre as mãos e os objectos; permitir identificar qual o objecto que está a sofrer acção por parte do utilizador. Enquanto o primeiro dado apresentado é típico de qualquer sistema multi-tátil, o segundo é exclusivo desta abordagem de implementação do multi-tátil em LCD.

18 (Figura 7)

3. Paradigmas de interacção com multi-tácteis

3.1. Graspable User Interface (GSUI)

Este tópico apresenta outro paradigma de interacção designado de Graspable User Interface (GSUI), originado por George W. Fitzmaurice, juntamente com Hiroshii Ishii e William Buxton.

Graspable User Interface¹⁹ é descrito como um conceito de interacção usado para descrever o controle físico de objectos em ambiente virtual. Permite o controlo directo de elementos gráficos através da deslocação ou rotação de objectos físicos dispostos numa superfície digital.

“(...) a Graspable User Interface is a physical handle to a virtual function where the physical handle serves as a dedicated functional manipulator. The term Graspable UI refers to both the ability to physically grasp an object (i.e., placing a hand on an object) as well as conceptual grasping (i.e., to take hold of intellectually or to comprehend)”.²⁰

Fitzmaurice, na sua tese de doutoramento (1996) define o conceito Graspable User Interfaces, focando o aspecto de que o controle de entrada pode ser um *espaço-multiplexado*, ou seja, os diferentes dispositivos podem assumir funções diferentes, e cada um de forma independente. Isto permite ao utilizador desfrutar de uma maior gama expressiva de gestos e comportamentos.

A camada de mediação que existe entre o controlador e a área de visualização é eliminada e os objectos funcionam como dispositivos de entrada, assumindo funções lógicas. Este processo é seguido pelo computador que vai recolher toda a informação sobre esse objecto (orientação, posição e informações de selecção) e essa informação é percebida pelo sistema e reencaminhada em tempo real para aplicações que se encontram a correr.

Esses objectos físicos são dimensionalmente equiparados a peças de Lego detentoras de um marcador fiducial (figura 21), na sua base, que vai identificar e captar todos os movimentos do objecto.

¹⁹ Conceito da autoria de Fitzmaurice e descrito na sua tese de doutoramento em 1996

²⁰ Fitzmaurice, G.W., Ishii, H., Buxton, W.: em *Bricks: Laying the foundations for graspable user interfaces*. Proceedings of CHI'05 (1995)

Fitzmaurice argumenta que é necessário que os elementos gráficos assumam formas físicas para uma óptima interacção do utilizador com a interface gráfica.

„We propose a new paradigm, Graspable User Interfaces, which argues for having some of the virtual user interface elements take on physical forms. Traditional graphical user interfaces (GUIs) define a set of graphical interface elements (e.g., windows, icons, menus) that reside in a purely electronic or virtual form. Generic haptic input devices (e.g., mouse and keyboard) are primarily used to manipulate these virtual interface elements.²¹“

O primeiro passo consiste em converter da interface gráfica um conjunto de elementos gráficos em objectos tangíveis e manipuláveis. Através desses artefactos físicos reproduzir as acções nos elementos da interface gráfica. À partida, este tipo de manipulação directa em objectos, alega que não será requerida experiência do utilizador. Parte de uma fácil compreensão da consequência que a acção do objecto tem na plataforma. Essa experiência é adquirida instantaneamente no seu uso e vai reforçar e transferir para o objecto os processos cognitivos que são familiares aos utilizadores. Este processo baseia-se na utilização de affordances²² que de forma natural levarão os utilizadores a realizarem as acções pretendidas.

A premissa utilizada para o uso dos GSUI's é que, os affordances do mundo físico são muito mais assinaláveis em relação aos elementos virtuais no controlo da sua acção. Essas affordances oferecem ao utilizador uma rápida compreensão do sistema quer na orientação, no manejo e na posição.

A implementação deste sistema de interacção tem várias vantagens:

- O utilizador tem facilidade na interacção com os dispositivos, já que no mundo real interage com objectos físicos;
- É fácil a percepção da acção que se encontra a realizar;
- Há uma melhoria da expressividade da interacção e da comunicação com o computador;
- A manipulação dos elementos da interface, através de artefactos físicos, torna-se directa, facilitando a interacção;
- Oferece um espaço ao design de projectar artefactos neste contexto;
- Possibilita uma interacção colectiva.

²¹ Fitzmaurice, G.W., Ishii, H., Buxton, W.: em *Bricks: Laying the foundations for graspable user interfaces*. Proceedings of CHI'05 (1995)

²² Uma affordance é o aspecto do design de um objecto que sugere como o objecto deve ser utilizado (McGrenere & Ho, 2000)

3.1.1.1. Reactable

Ultimamente muita investigação tem sido realizada no âmbito da música para multi-tátil. Neste tópico apresenta-se o projecto Reactable que foi então desenvolvido neste contexto.

„The musician’s need to manipulate many simultaneous degrees of freedom in audio synthesis has long driven the development of novel interface devices. Touch sensors integrated with graphical display functionality can provide intuitively direct interactivity with richly dynamic context; however they are typically only able to respond to a single point of contact a time, making them quite limiting for musical input.“²³

Existe um aumento de actividade na conceptualização de interfaces musicais para multi-tátil para integrar o uso de blocos ou *pucks*²⁴ na sua manipulação. Estes proporcionam um ambiente mais intuitivo, na medida que o contacto físico com os instrumentos têm, também eles fundamento no toque: as teclas, as cordas, o disco (dj’s).

Contudo, os dispositivos desenvolvidos para este fim envolvem uma construção árdua. Isto é também devido à incorporação de outros dispositivos para o funcionamento deste sistema. No entanto, independentemente do esforço desenvolvido na sua construção, este sistema traz muitas vantagens a nível de interacção pelo o que se torna ambicioso para os investigadores o trabalho nesta área. Este tipo de plataformas permite acomodar vários utilizadores, o que é conseguido pelo grande formato, o que possibilita grandes manobras na zona de interacção.

²³ Philip L. Davidson e Jefferson Y. Han em *Synthesis and Control on Large Scale Multi-Touch Sensing Displays*

²⁴ Botões físicos que controlam os parâmetros de uma aplicação



Figura 11: Projecto Reactable em <http://www.reactable.com/>

O Reactable é um produto desenvolvido em Barcelona e implementa o conceito GSUI. Trata-se de uma mesa redonda que funciona como um instrumento multi-táctil dirigido essencialmente para músicos. A interacção é realizada pela acção dos sintetizadores em forma de objectos físicos que estão dispostos sobre a mesa. O movimento desses objectos controla os parâmetros do sintetizador.

O Reactable permite uma colaboração colectiva possibilitando ao utilizador que participe na criação de linhas de áudio. Isto deve-se à forma e dimensão da plataforma, assim como à facilidade de partilhar os objectos com outros utilizadores. É possível, deste modo, que os artistas partilhem o mesmo espaço virtual e possam comporem os sons colectivamente.

Para reconhecimento de objectos a partir de marcadores fiduciais foi desenvolvido em paralelo com o projecto Reactable, um software que permite a identificação de marcadores fiduciais.

ReacTIVsion

Este sistema designado de ReacTIVsion possibilita a localização e reconhecimento de marcadores fiduciais, símbolos gráficos a preto e branco, que podem ser impressos como rótulos e simplesmente unidos aos objectos. Isto permite incluir qualquer objecto, desde uma chávena, um copo, ou uma barra de chocolate sobre uma superfície digital e poder interagir os conteúdos gráficos através desses objectos.

Este sistema, com base no ReacTIVision, normalmente é associado ao sistema de sensor DI (Diffused Illumination) por este garantir a detecção de manchas na superfície de contacto.

Este processo de identificação de algoritmos gráficos foi desenvolvido, em 2003, por Eurico Constanza e Robinson, e considera-se como o corpo de todo este projecto. Segundo Constanza o

tamanho desse marcador está relacionado com o número máximo de diferentes objectos suportados pelo sistema. O Reactable, por exemplo, tem a capacidade de suportar 120 marcadores fiduciais diferentes, o que é actualmente suficiente. O tamanho da etiqueta tem cerca de 3 cm por 3 cm e pode adquirir símbolos com variações entre círculos e linhas rectas.

Do ponto de vista do design, este projecto desperta algumas ideias para o *Ready Made* de certos objectos do quotidiano, na medida em que poderão desempenhar funções, quando entram em contacto com uma plataforma, através de marcadores fiduciais. São os objectos cujo significado simbólico e cujas propriedades mecânicas estão na base da interacção com os elementos gráficos da aplicação.

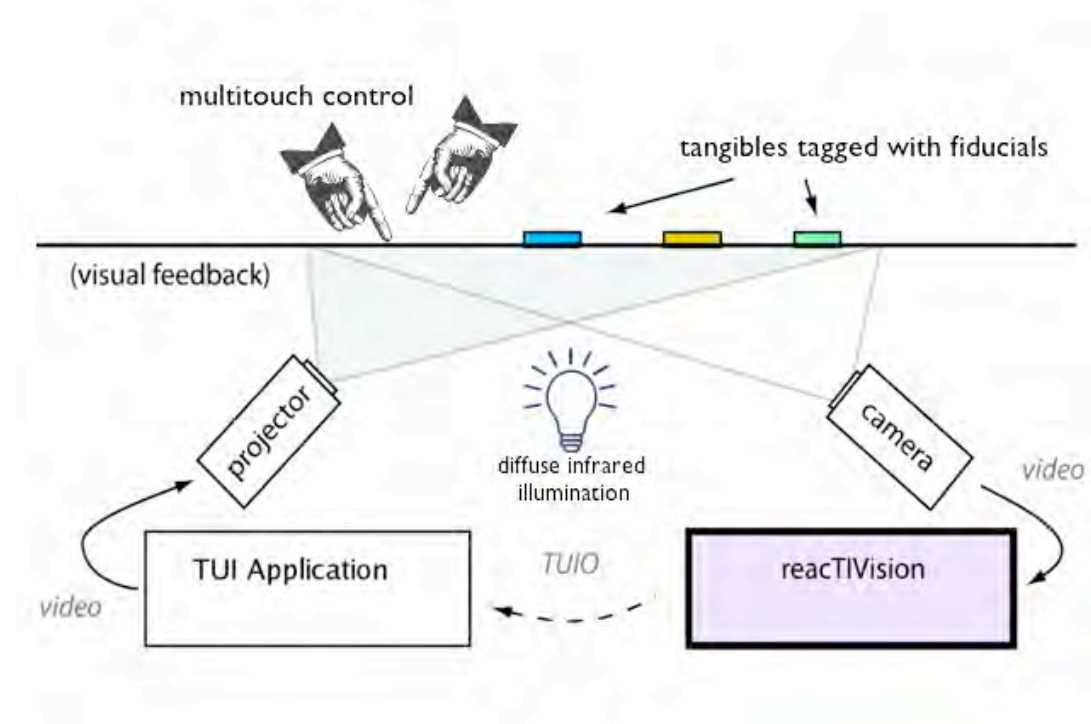


Figura 12: Sistema de funcionamento da Reactable

Segundo Martin Kaltenbrunner, da Universitat Pompeu Fabra (Barcelona), este protótipo tem, do ponto de vista do design, a vantagem do equipamento ser executado a um baixo custo e de ser simples no seu conjunto. Além disso, tem potencial na forma como pode despertar novas e interessantes formas de interacção, assim como ser estimulador de novos projectos nesta área.

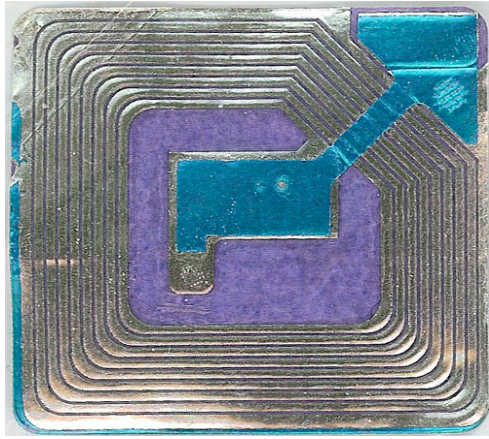


Figura 13: Etiquetas RFID

Além deste sistema de detecção existem também etiquetas RFID que poderiam ser utilizadas para identificação de objectos Reactable. A adopção deste sistema permitiria um processamento mais rápido e eficiente na identificação de objectos, ao contrário dos marcadores fiduciais que dependem do reconhecimento visual das etiquetas, sendo que esta visualização é muitas vezes preenchida por ruídos no reconhecimento dos objectos.

3.1.1.2. Fontplore

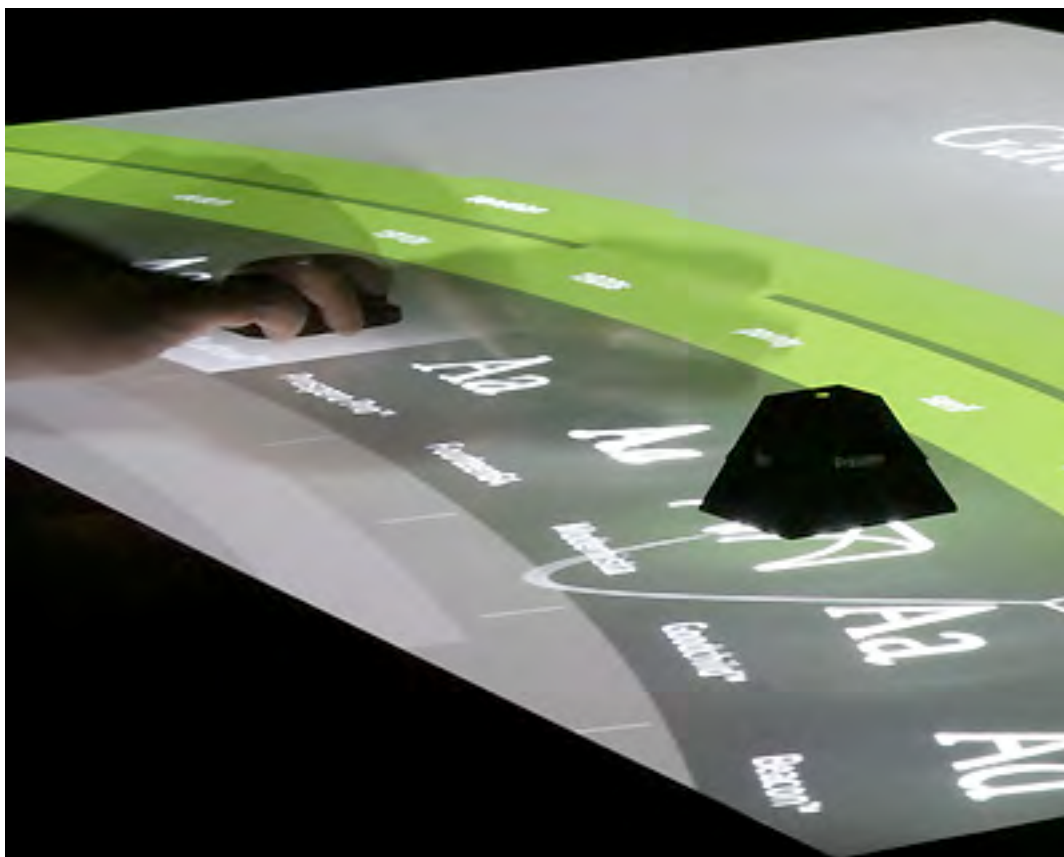


Figura 14: Fontplore | imagem retirada do site <http://www.fontplore.org/>

Outro produto, criado no âmbito do design de fontes tipográficas, é o Fontplore²⁵. Trata-se de um aplicativo de pesquisa de fontes desenvolvido para facilitar a escolha de fontes num trabalho. Toda a interacção é realizada por meio de um objecto. A sua rotação e movimento são traduzidas em acções úteis na navegação.

O Fontplore é um aplicativo navegador de fontes em forma de tablet. A sua função é facilitar a escolha de fontes para seu projecto.

²⁵ Visualização vídeo do projecto em <http://vimeo.com/5664292>

3.1.1.4. MusicBottles



Figura 16: MusicBottles (Ishii e al., 1999)

Outro produto que se integra neste estudo é o MusicBottles (Ishii e al., 1999). Este equipamento incorpora uma interface que implanta garrafas como controladores gráficos. Através de três garrafas é possível obter diferentes sons como o violino, o piano, o violoncelo, entre outros. Quando uma garrafa é colocada sobre a superfície é realizado feedback gráfico. Além disso, o sistema reconhece quando a garrafa está aberta ou fechada. As garrafas, quando reconhecidas, são iluminadas criando um atraente efeito que se traduz numa experiência interessante por parte do utilizador.

3.2. Tangible User Interface (TUI)

Os TUI's definem-se pelo uso de representações tangíveis de informação. Recorre a elas como meio de controle da informação digital. O facto dessa informação adaptar formas tangíveis e intangíveis possibilita ao utilizador controlá-la através das mãos.

Um dos pioneiros com base neste tipo de interacções foi *Hiroshi Ishii*, professor nos laboratórios *MIT Media Lab*. O seu projecto, denominado de *Bricks*, consistia num conjunto de blocos, comparado a peças de Lego. Perante as peças que eram colocadas numa plataforma digital, o utilizador, através da acção exercida nas peças, era o detentor de um conjunto de funções dadas pela aplicação.

Os objectos funcionam como controladores da interface gráfica, ou seja, são movidos e agarrados ao invés de uma interacção realizada com o rato. Este controlador exige que os objectos, representados graficamente, sejam seleccionados, e que sejam programados para serem rodados segundo um ângulo a partir do clique.

„TUI attempts to embody the digital information in physical form, maximizing the directness of information by coupling manipulation to the underlying computation. Through physically manipulating the tangible representations, the digital representation is altered.“²⁶

Como é obvio, a informação gráfica não permite alterar as propriedades físicas dos objectos tangíveis como o tamanho e a cor. No entanto, os TUI's utilizam representações como vídeo e som para acompanhar as representações tangíveis no mesmo espaço. Tal facto favorece uma maior proximidade entre o mundo físico e o mundo digital. Um óptimo TUI é aquele que possui um bom equilíbrio entre as representações físicas e digitais de modo a permitir uma união homogénea entre os dois mundos. Uma das características essenciais nas interfaces tangíveis é a capacidade de mapear os objectos físicos de forma a que quando entram em contacto com a superfície, esta lhes possa retribuir um feedback gráfico ou sonoro.

Muitos projectos têm sido desenvolvidos em torno do conceito TUI, nomeadamente: URB (1997), Digital Desk (Wellner, 1993), MetaDesk (Ullmer e Ishii, 1997), InterSim (Árias, Eden e Fisher, 1997), Illuminating Light (Underkoffler e Ishii), Build-It (Rauterberg et al., 1998), Sensetable (Patten et al., 2001), AudioPad (Patten, Recht, & Ishii, 2002), and IP Network Design Workbench (Kobayashi, Hirano, Narita, & Ishii, 2003).

O uso de TUIs traz algumas vantagens em relação aos GUIs²⁷ actuais, mas têm também as suas limitações. Uma das características dos TUIs que se traduz também numa vantagem encontra-se no feedback tátil imediato que os objectos físicos estabelecem em contacto com a superfície. O feedback gráfico que existe quando o objecto físico é reconhecido pela plataforma permite ao usuário realizar as suas acções iniciais e compreender o modo de interacção desses objectos com a superfície.

A manipulação física presente nos TUIs complementa as interacções do ponto do utilizador mais próximas da sua experiência. Por outro lado, a configuração dos elementos gráficos dependem sobretudo da conformação dos objectos físicos. Os próximos tópicos apresentam alguns projectos desenvolvidos segundo este paradigma de interacção.

3.2.1.1. Urban Planning Workbench

Urb (Urban Planning Workbench) trata-se de um projecto desenvolvido num contexto arquitectónico, por Underkoffel e Ishii, em 1997, e integra conceitos básicos de TUI.

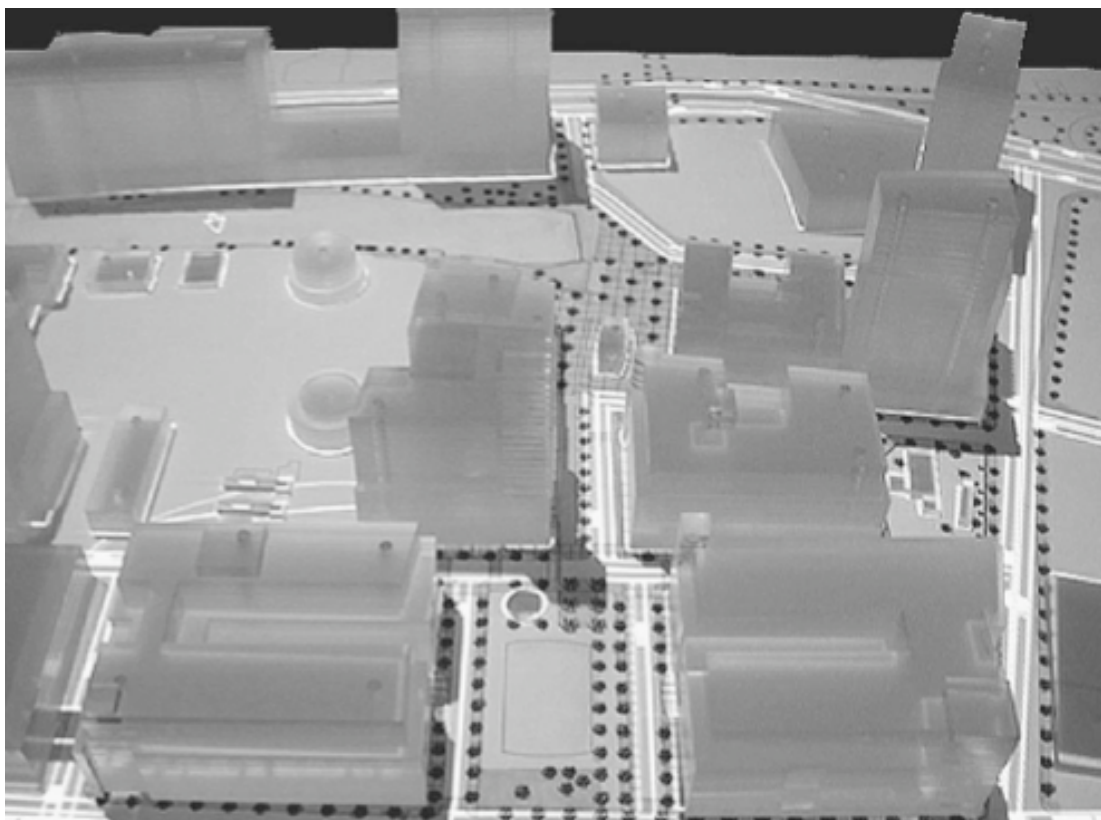


Figura 17: Projecto Urban Plan Simulation desenvolvido pelo MIT

²⁷ Graphical User interface

A aplicação consiste em pequenos modelos de edifícios representados por blocos e ferramentas que representam algumas das condicionantes do ambiente que, quando entram em contacto com a plataforma, simulam efeitos de sombra, de luz reflectida, e de vento nos edifícios.

A URB oferece ferramentas úteis como o relógio que permite mudar a posição do sol. Através da deslocação do relógio é possível visualizar digitalmente as sombras dos edifícios de modo a evitar zonas bastante escuras em situações reais. Outra ferramenta é um anemómetro que serve para medir a velocidade do vento. Essa ferramenta indica graficamente todos os fluidos em torno dos edifícios e com ele alterando a orientação do vento assiste-se às variações dos fluidos. Por fim, temos uma varinha de condão que permite alterar os materiais dos edifícios, entre tijolo e vidro.



Figura 18: Projecto Urban Plan Simulation desenvolvido pelo MIT

Todas estas ferramentas físicas permitem, ao designer ou ao arquitecto, identificar alguns problemas na relação dos edifícios com outras infra-estruturas e prevenir alguns perigos. A interacção criada entre os edifícios e o meio permite discutir soluções urbanísticas acerca dos problemas do vento, da colocação em relação ao sol, da sombra ou do excesso de luminosidade. A reconstrução física dos edifícios para manipulação e visualização em tempo real dos seus parâmetros oferece respostas imediatas quanto aos efeitos do ambiente. O uso dos TUIs oferece essa particularidade em relação às interfaces GUIs, assim, os modelos dos edifícios e as ferramentas funcionam como controladores sem mediação permitindo o controlo digital através da sua própria representação também ela manipulável.

3.2.1.2. InTouch



Figura 19: InTouch | imagem retirada do livro *Beaudouin-Lafon, M. M. (2008). Prototyping Tools and Techniques. In A. a. Sears. Human-Computer Interaction Handbook.*

O *InTouch* desenvolvido por *Brave* e *Dahley* em 1997 destaca uma outra característica, distinta de outros projectos, com base no paradigma de interacção TUI. O feedback empregue neste equipamento cria a ilusão de que as pessoas interagem com os objectos físicos a alguma distância. Este equipamento consiste em dois dispositivos em forma de rolo e construídos a partir de cilindros. Cada rolo está sincronizado de maneira a que quando um é movido pela acção do utilizador, o outro move-se com a mesma direcção.

Este objecto permite ao utilizador manipular objectos à distância, o que contribui para a exploração de novas formas de interacção. O feedback usado geralmente na movimentação de objectos virtuais pode ser, deste modo, usado na movimentação de objectos físicos, a uma distância que o utilizador não alcança.

3.2.1.3. Space Invaders (Multitouch Barcelona)



A ambição de tornar os jogos cada vez mais realistas sempre impulsionou o desenvolvimento técnico das componentes dos computadores e consolas num esforço de os tornar cada vez mais eficientes a nível gráfico, a nível do processamento e da memória. Isso impeliu a criação de novas interfaces e equipamentos. A nível de interfaces surgem novos menus e novas formas de interação que apareceram para tornar a experiência com o jogador mais deliciosa. Também uma série de equipamentos surgiram na criação de jogos como forma de tornar o seu manuseamento mais realista tais como o Joystick, servindo jogos de aviões e aeronaves e o volante e os pedais que servem para a condução de veículos.

Além desses jogos existem outros mais recentes que tiram partido dos movimentos do corpo para interagir. Um exemplo disso é a câmara EyeToy da Playstation e outro é a Nintendo Wii, cujo movimento do comando é a chave da interacção com os jogos da Nintendo.

No âmbito do multi-táctil alguns jogos têm surgido e potenciado novas formas de interacção com plataformas. O grupo *Multitouch Barcelona* aproveitando o jogo Space Invaders desenvolveu uma instalação designada de *Guten Touch* onde apresentou a sua versão do jogo em multi-táctil. Este jogo gerou com os utilizadores uma interacção muito deliciosa. A plataforma consistia numa Touch Hall²⁸ de grande dimensão em que os jogadores atiravam bolas de uma certa distância, com o objectivo de eliminar naves que eram representadas graficamente.



Figura 20: Multitouch Barcelona: Space Invaders no OFFF 2009

²⁸ Termo designado para plataformas multi-tácteis verticais

3.2.1.4. Puddle of Life (SenseBloom)



Figura 21: Puddle of Life da SenseBloom de Paulo Serra

Paulo Serra, Empresário português, Designer de Interacção, Engenheiro e Projectista na *SenseBloom*, apresenta um projecto multi-tátil que consiste numa plataforma circular e implementa um jogo designado de “Puddle of Life”.

4. Projecto de uma mesa multi-táctil

Com base nos conteúdos paradigmáticos sobre a tecnologia multi-táctil apresentados na primeira parte da dissertação descreve-se o projecto de uma mesa multi-táctil. Inicialmente, é apresentado o programa no qual o projecto é enquadrado.

Através da concepção de uma mesa multi-táctil intermédia designada de *Alpha* é explicado e registado todo o processo técnico utilizado definindo detalhadamente o papel de cada componente. Por fim, apresenta-se o projecto de uma mesa multi-táctil designada de *Base* que reflecte o pensamento de design na sua construção.

4.1. Programa

No âmbito da disciplina de projecto do Mestrado em Design da Universidade de Aveiro, foram apresentadas uma série de propostas para o desenvolvimento de projectos de design, sendo que algumas eram propostas por alunos. Dentro de todas as hipóteses houve um interesse pessoal em abordar a tecnologia multi-táctil, fruto de grande interesse por novas tecnologias e pela área de design de interacção. Existia uma motivação para investigar sobre uma temática útil, num futuro próximo, e, como o multi-táctil é uma tecnologia inovadora foi abraçada de entre todas as propostas expostas.

Numa primeira observação acerca da tecnologia constatou-se que, embora a tecnologia fosse extremamente simples de ser concebida, como demonstra Jefferson Han²⁹, os equipamentos existentes tinham elevados custos. Daí, o potencial de uma motivação inicial, para conceber um equipamento multi-táctil de baixo custo.

No âmbito da referida disciplina surge a realização de uma plataforma multi-táctil que teve como objectivo inicial testar o desenvolvimento de aplicações laborando em simultâneo com o outro projecto, da mesma disciplina, que dirigia o seu estudo numa forma de adaptar o interface à interactividade gestual multi-táctil. Assim, a cooperação entre os dois projectos possibilitaria que

²⁹ Através do seu artigo e da conferência realizada em TED

fossem desenvolvidas aplicações práticas na plataforma multi-tátil bem como, permitiria que a interface fosse verdadeiramente testada beneficiando-se, desta forma, os dois projectos.

Outro objectivo, para a disciplina de Projecto em Design, foi projectar uma linha de equipamentos multi-táteis³⁰, apontando possíveis contextos de utilização da tecnologia. Para tal, foi realizada uma análise de possíveis contextos de utilização, que possibilitaria ao designer intervir criando condições favoráveis e desenvolvendo soluções de equipamento nesse contexto.

Esta proposta permitiu a apreensão de conhecimentos sobre esta tecnologia a partir de artigos científicos desenvolvidos neste campo de investigação. Essa familiarização com a tecnologia permitiu identificar algumas técnicas para o funcionamento da tecnologia multi-tátil e algumas limitações na forma do objecto. Este estudo técnico possibilitou a sua análise, avaliando as suas vantagens e desvantagens³¹, e cruzando essa informação com possíveis contextos de utilização. Essa informação foi essencial para perceber quais os sistemas de funcionamento mais adequados para serem integrados nos diferentes contextos.

Posteriormente viria a ser criado o projecto *Contagio*³².

“O *projecto Contagio* (do latim *contacto*) é um projecto para o desenvolvimento de um espaço laboratorial, sediado no Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro (DeCA-UA), que se propõe estabelecer, como uma plataforma de convergência e continuidade ao trabalho desenvolvido nos anos lectivos de 2007/08 e 2008/9, sobretudo no âmbito das disciplinas de *Multi-média em Ambientes Artísticos* (MAA-MCM) e *Projecto do Mestrado em Design* (P-MD). Pode definir-se como uma área de investigação transdisciplinar da *(i)mediação* e da *experiência (i)mediada*. Do ponto de vista estratégico, orienta-se no sentido de se dirigir, em primeiro lugar, às diferentes áreas científicas/disciplinares do DeCA, nomeadamente, às tecnologias da comunicação, à música, à arte e ao design. A sua principal actividade é a investigação e desenvolvimento de projectos interactivos, a reflexão teórica e a proposição de metodologias para a prática projectual, tendo em primeira consideração as dimensões ética e estética da experiência humana em contextos de mediação tecnológica. Dessa forma, a tipologia de projectos teóricos e práticos que este grupo pretende lançar, incidirão sobretudo no estudo da mediação corporalizada e da experiência óptima na mediação tecnológica.”³³

A integração da construção deste equipamento multi-tátil no projecto *Contagio* torna-se uma mais valia na investigação e desenvolvimento de aplicações interactivas para o laboratório.

³⁰ (Anexo 4 | Estudos e esboços de equipamentos multi-táteis)

³¹ (Página 20)

³² (Anexo 1 | *Estratégia do estúdio/laboratório*)

³³ Citado da tese de doutoramento *do design de interacção ao design da experiência tecnologicamente (i)mediada*, do Professor Luís Nuno Dias da Universidade de Aveiro

Em Março de 2009, surge o primeiro desafio do *Laboratório Contagio* proveniente da *AveiroDomus*. A *AveiroDomus* consiste numa Associação para o desenvolvimento da Casa do Futuro em Aveiro. Esta Associação constituída em 2002, como entidade sem fins lucrativos, engloba um conjunto de organizações empresariais para a investigação e desenvolvimento e entre elas estão a *Bosch*, a Universidade de Aveiro e a *Extrusal* (empresa especializada na extrusão de perfis de alumínio), com objectivo a promoção da competitividade nacional e regional no meta-sector do habitat, através da inovação conceptual e tecnológica. A *AveiroDomus* desenvolveu o projecto *InovaDomus* - Projecto Casa do Futuro, que constituiu uma parte de um programa cujo objectivo final é a construção de uma habitação de traços e comportamentos futuristas, no campus universitário de Aveiro.

A proposta da *AveiroDomus* ao *Contagio* insere-se no contexto da *Casa Do Futuro Interactiva* em Lisboa, localizada no *Museu das Comunicações* de Lisboa. Nesse espaço a *Casa Do Futuro Interactiva* apresenta as últimas inovações ao nível da automação doméstica, utilizando um elevado conjunto de tecnologias de ponta, num ambiente seguro, lúdico, confortável e moderno.

A proposta, perante este contexto, consistiu na realização de uma plataforma, que permitiria aos visitantes da *Casa do Futuro Interactiva*, no fim do percurso da exposição, exporem novas ideias criativas que poderiam habitar a Casa do Futuro.

Em discussão o *Contagio* elegeu a realização de uma plataforma multi-táctil dado o *know-how* já existente sobre a tecnologia.

Em reunião entre representantes da *AveiroDomus* e do *Contagio* foi negociada a concepção de duas plataformas interactivas, ambas financiadas pela Associação. Uma a ser introduzida no *Museu das Comunicações* em Lisboa, no local destinado à *AveiroDomus* e a segunda, destinada ao laboratório *Contagio*.

O *Contagio* como estrutura orgânica e modelar, adaptou o projecto a núcleos de trabalho. A proposta de projecto após analisada foi desenvolvida conforme duas direcções: o desenvolvimento da interface gráfica que fornecia conteúdos para o registo das ideias dos utilizadores; e desenvolvimento do artefacto interactivo, onde teria lugar a interface gráfica.

O *Contagio* beneficiou, desde então, de todo o material necessário para a concepção dos dois artefactos, incluído projectores e câmaras.

Existindo uma preferência para a utilização do alumínio, como material envolvente do artefacto, a estratégia foi aproveitar a parceria existente entre a *AveiroDomus* e a *Extrusal* para a realização do protótipo em alumínio, com a possibilidade de financiamento do material para a sua concepção.

Como resultado, ambiciona-se que o protótipo esteja disponível em locais estratégicos como museus ou exposições, na Universidade de Aveiro ou noutros locais, para demonstração da tecnologia que o envolve. Pretende-se contribuir para o desenvolvimento de interfaces gestuais

gráficas para o laboratório *Contagio*. Posteriormente, desenvolver novos modelos deste equipamento para futuramente serem comercializados.

4.2. Tecnologia

Delineou-se conceber uma mesa intermédia que seja útil na realização de testes práticos sobre a disposição das componentes de hardware no interior da mesa, nomeadamente para avaliar as distâncias entre projector e espelho, o ângulo do espelho, a colocação da câmara, a colocação do projector e os testes de iluminação infravermelha. Além disso, a sua construção permitiria aferir então o funcionamento de algumas técnicas de concepção do multi-tátil. O objectivo central é desenvolver uma mesa com o menor custo possível, analisando algumas técnicas e ferramentas. Todo o processo de construção aqui apresentado descreve dificuldades e facilidades de algumas das etapas do seu desenvolvimento.

Numa primeira fase construiu-se o esqueleto da mesa, reflectindo sobre a sua proporção, dimensão e distâncias entre as componentes. Esta mesa foi designada de *Alpha*, pelo facto de ser a primeira versão realizada. Essa construção nasceu com o propósito de expressar algumas ideias e analisar o processo técnico e a viabilidade do projecto. Por outro lado contribuiria para a compreensão prática de alguns conceitos, descritos em capítulos anteriores, para posteriormente levantar algumas questões e reflectir sobre o seu funcionamento e eficiência. Como material dessa mesa considerou-se o uso de madeira, dada a fácil acessibilidade deste material e face ao seu custo em comparação com outros materiais.

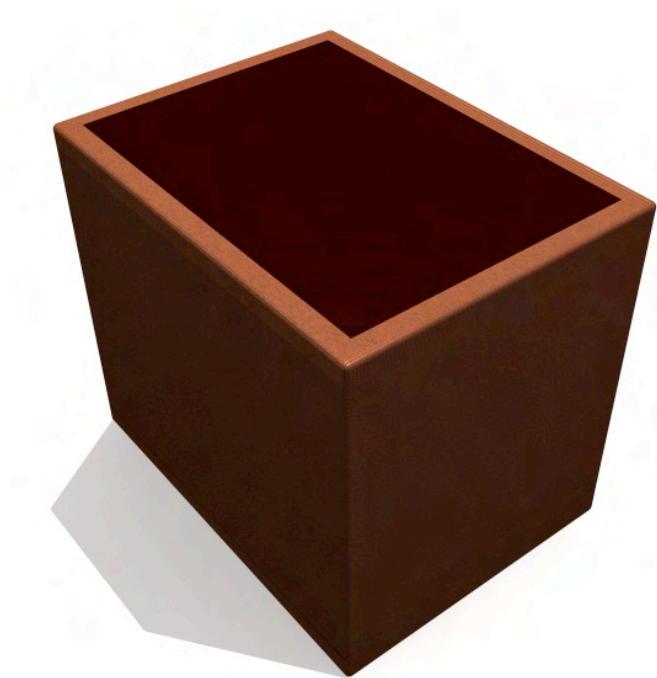


Figura 22: Modelação em 3D da mesa Alpha

A análise das diferentes técnicas para conceber o multi-tátil possibilitou identificar um problema que condicionaria o design do objecto.

Os equipamentos ao adoptarem um sistema de projecção teriam a sua forma condicionada ao espaço que o projector detém na projecção da imagem na tela de interacção. Por outro lado, e ao ser proposto uma mesa, o espaço que o projector viria a ocupar para projecção impede o utilizador de se sentar, o que do ponto vista ergonómico seria constrangedor.

Para contornar este problema foi realizado um estudo na óptica geométrica³⁴, com o objectivo de conceber a melhor forma de combinar as componentes de hardware, para uma melhor economia de espaço no interior do equipamento. Este processo viabilizou o uso do espelho para ajudar a procurar uma solução satisfatória e em paralelo com esta análise, foram esboçadas algumas hipóteses de colocação de hardware criando as condições favoráveis para uma óptima proporção, dimensão e forma do equipamento.

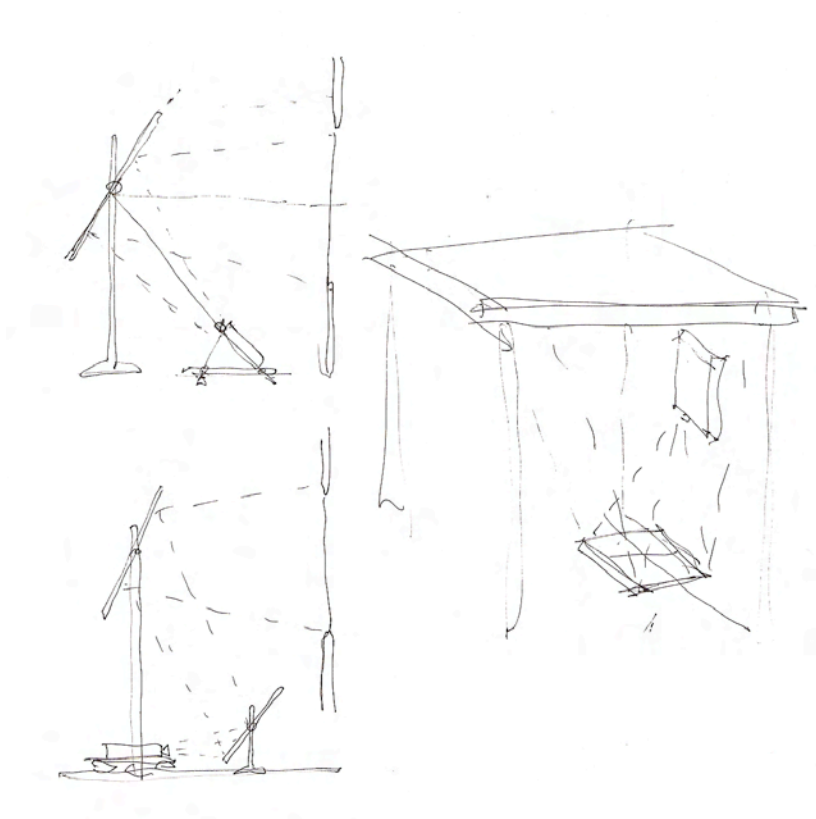


Figura 23: Primeiros estudos de óptica para disposição das componentes de hardware (Janeiro 2009)

³⁴ (Anexo 3 | Estudos de Óptica Geométrica)

Toda a combinação de movimentos realizada entre as componentes do interior da mesa deve ser realizada tendo em conta os seguintes constrangimentos: distorção da imagem; má distribuição de luz infravermelha pelo acrílico e resolução da imagem para a cobertura de toda a área da superfície, condição que depende da qualidade e colocação do projector.

Todo este estudo apenas se tornou viável quando passou à pratica. Apenas com testes práticos realizados na mesa *Alpha* foi possível articular as componentes de hardware e encontrar as distâncias entre elas. Nesta fase foram deparados alguns aspectos que na realização dos esboços não tinham sido tidos em conta, como a forte iluminação, que criava no display uma grande mancha na detecção de pontos. Por outro lado, a luz infravermelha não era distribuída homogeneamente no display, sendo necessário recolocar as lâmpadas em locais estratégicos.

Após a realização dos primeiros testes revolveu-se revestir as laterais da mesa. Ao revestir as laterais a luz externa à mesa deixou de infiltrar-se no sistema o que contribuiu para uma melhor eficiência nos seguintes testes realizados, confirmando a supressão de falsos pontos na detecção do toque.



Figura 24: Mesa Alpha



Figura 25: Interior da mesa multi-táctil Alpha



Figura 26: Interior da mesa multi-táctil Alpha



Figura 27: Interação com a mesa multi-tátil Alpha.

Vídeo de demonstração em <http://www.youtube.com/watch?v=x3ywVCnURKk>

4.2.1. PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA MESA ALPHA

Neste capítulo é apresentado o processo de construção para a realização da mesa multi-tátil *Alpha*. Numa primeira parte é exibida uma listagem do material utilizado com o respectivo custo. Seguidamente, é descrito o modo de construção descrevendo cada uma das componentes usadas no processo.

Listagem do material utilizado para a construção da mesa *Alpha*:

- 1 Webcam Xbox 360 Live Vision – 54€;
- 1 Película – 1,90€;
- 2 Lâmpadas de iluminação infravermelha – 2 x 8€;
- 2 Suportes para lâmpadas – 2 x 3€;
- 1 Espelho 40 x 40 – 4€;
- 1 Acrílico 522mm x 726mm x 1mm – 40€;
- 1 Mesa – 95€;

- 1 Projector – 400€;
- Negativo fotográfico (uma porção);
- 1 Computador Macintosh Mac Book.

Outros materiais:

- Suporte para espelho;
- Suporte para projector.

É importante salientar que esta listagem apenas aponta os materiais base para a construção de uma plataforma multi-táctil tendo como principal critério de selecção dos materiais, uma boa relação preço-qualidade. Há também requisitos que foram tidos em conta para a escolha destes materiais, escolha esta, que determina na íntegra a eficiência do sistema multi-táctil. Nesta listagem é possível verificar que existem componentes que envolvem um alto custo, tal como o projector ou o computador e, possivelmente, a câmara. Tirando estas componentes as outras são facilmente acessíveis a baixo preço.

Seguidamente, nos próximos tópicos serão descritos, com profundidade cada um desses materiais e as suas propriedades mínimas, para uma boa solução.

4.2.1.1. Projector

Um dos problemas adjacentes ao uso do projector é a área de projecção que ocupa no interior da mesa. Um dos objectivos que se coloca é a redução dessa área de projecção. Para tal, adoptou-se por um sistema de espelho, que possibilita a redução de parte dessa área. Por outro lado, se o equipamento for pensado recorrendo a estudos de óptica e de lentes especiais podem facilmente ajudar na ampliação da área de projecção. No entanto, trata-se de um estudo bastante demorado que poderá encarecer o projecto se se adoptar pelo uso de lentes para ampliação, daí essa última ideia ter sido posta de lado. No entanto, esta decisão não inviabilizou o uso do espelho. As suas propriedades são bastantes vantajosas permitindo que a projecção possa ser reflectida em direcções diferentes. Neste projecto a colocação do espelho em termos de inclinação e posicionamento foi mais demorada pois é o espelho que comporta a imagem do projector e esta imagem tem que ser concordante com a câmara.

O espelho pode ser facultativo caso o projector adquirido possua um grande índice de abertura. Para o projecto da mesa *Alpha* foi usado um projector com referência LG BN 315. Embora possua zoom, não possui grande índice de abertura (ilumina a superfície da mesa Alpha a 1metro e meio).

Existem projectores mais aconselháveis que dão uma maior resposta aos requisitos. Para tal, vários projectores foram investigados, como por exemplo, as séries Short Throw que permitem grandes projecções a curtas distâncias. Isto permite criar equipamentos de grandes formatos usufruindo de pouco espaço no interior. De todos, os projectores da marca Benq destacaram-se pelo seu índice de projecção, nomeadamente o projector Benq MP771 que é capaz de reproduzir a um metro de distância uma imagem de 74polegadas, e que está disponível a 820€. Outro projector comparativamente mais barato é o Benq MP522 ST, que consegue a 1metro criar uma imagem de 55polegadas, e que está disponível a 600€, aproximadamente.

Como referido anteriormente³⁵, do ponto de vista do design de equipamento multi-tátil o uso do LCD em detrimento do projector poderá oferecer melhores soluções. A sua pequena espessura traz bastantes vantagens em relação ao uso de projectores. Sem constrangimentos de espaço poderá comprometer ao desenvolvimento de equipamento com formas esteticamente mais interessantes. Graças à sua forma é também possível aplicar o multi-tátil em qualquer tipo de superfície. Por fim, são mais eficientes e possuem uma durabilidade superior à dos projectores actuais.

4.2.1.2. Processo de modificação da câmara

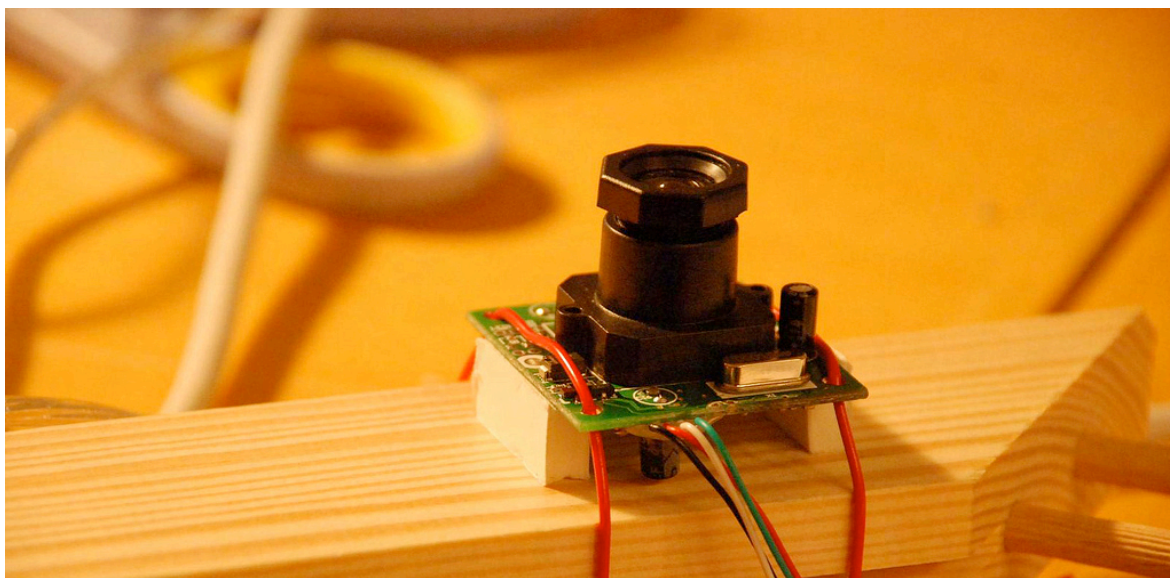


Figura 28: Implementação da câmara

A câmara permite através de um software Touchlib ou TBeta, localizar as zonas de contacto realizadas pelo utilizador no display. Este software permite substituir os comandos do rato e do teclado pelo receptor infravermelho da câmara.

As câmaras encontram-se normalmente configuradas para bloquearem a luz infravermelha, deixando visível apenas a luz branca, no entanto, para que a captação do infravermelho seja realizada é necessário o contrário, bloquear a luz branca e deixar visível a luz infravermelha. A alteração consiste na remoção de um filtro bloqueador de infravermelhos contido na maioria das câmaras. Esta alteração é necessária para a detecção dos pontos de contacto gerados pelos dedos quando tocam na superfície. Normalmente, é possível a partir da abertura da câmara retirar o filtro bloqueador de infravermelho. No entanto, outras não o permitem fazer, pois este filtro é aplicado directamente na lente da câmara, correndo o risco de danificar a lente.

Como primeiro requisito a câmara deve ser portadora de uma boa resolução o que determina a eficiência e precisão do toque. Este aspecto é fundamental para a detecção pois quanto maior for a resolução, maior número de pixéis estará disponível. Se é pretendido uma plataforma de grande formato é aconselhável o uso de câmaras com uma resolução de 640 x 480 pixéis ou superior, de modo a manter a precisão em grande escala. No caso de se pretender construir um multi-tátil para testes ou para pequenas demonstrações, os requisitos são mais baixos. Para pequenas superfícies multi-tátil uma câmara com uma resolução de 320 x 240 pixéis pode ser suficiente. No entanto, mesmo para tais efeitos é indispensável a alteração da câmara para a remoção do filtro bloqueador.

Outra condicionante é o numero de frames que a câmara detecta por segundo. Isto permite à câmara detectar movimentos rápidos realizados a partir dos dedos ou de objectos. O sistema deve possuir capacidade de resposta para todos os movimentos para evitar bloqueamentos gráficos ou contribuir para uma má experiência do utilizador. Quanto maior for o número de dados que for possível retirar maior eficácia terá o sistema na detecção do toque. Para tal, é recomendável que a câmara detenha uma taxa de 30 frames por segundo (FPS).

Existem dois modos de conexão da câmara a um computador: por USB ou utilizando uma interface IEEE 1394, mais conhecida por FireWire. A última encara-se como a recomendável por conter menos sobrecarga e baixa latência na transmissão das imagens da câmara para o computador. No entanto, esta escolha depende do orçamento disponível para a compra da câmara já que as câmaras com ligação USB são disponíveis a um baixo custo. As câmaras com ligação FireWire possuem outras vantagens relativamente às comuns câmaras com conexão USB, nomeadamente uma maior abertura de banda e uma melhor leitura dos pontos de contacto com a superfície.

Outra componente da câmara é a lente. A lente permite evitar a distorção da imagem. Como referido anteriormente em algumas câmaras é difícil a remoção do filtro infravermelho por se encontrar colada à lente. Neste caso, uma solução possível é a substituição de uma lente por outra. A escolha da lente para substituição não é tarefa fácil, então, uma hipótese é calcular a distância focal entre a lente e a superfície de toque tendo em conta a largura e o comprimento da superfície

de contacto. Esse cálculo é efectuado com auxílio a uma calculadora online que realiza o cálculo para facilitar a escolha da lente. No entanto, é necessário ter atenção a escolha feita pela calculadora. As lentes que possuem um baixo comprimento focal normalmente reflectem graves distorções de imagem, complicando a calibração do software³⁶. Outro cuidado a ter em atenção é certificar se a lente cobre a superfície desejada.

Uma vez que é fundamental a captação da luz infravermelha é necessário ter conhecimento se a câmara que se pretende adquirir é capaz de visualizar os infravermelhos emitidos pelas lâmpadas ou Leds. Caso possua essa característica é pertinente que o sensor de detecção de infravermelhos capte a mesma frequência da luz infravermelha emitida, ou o sinal não será reconhecido pela câmara. Normalmente lentes com boas propriedades na captação de infravermelhos podem ser encontradas facilmente em lojas de câmaras de segurança e nesses locais também podem ser encontrados filtros que melhoram o desempenho da câmara.

Processo de alteração de uma webcam Xbox 360 Live Vision

Com base em algumas imagens registadas é descrito o processo de alteração de uma webcam Xbox 360 Live Vision. O critério principal na selecção desta câmara para o projecto foi a facilidade na remoção do bloqueador infravermelho. A webcam Microsoft Xbox 360 desfruta de uma resolução de 640 x 480 pixéis e possui capacidade para captar 30 frames por segundo. Uma das particularidades desta câmara é ser compatível para Windows e Macintosh, e ter uma boa relação preço – qualidade.

O modo de modificação da webcam da Xbox é descrito e apresentado com base em imagens que foram captadas no processo.

1. remover o anel do foco da webcam situado na parte frontal da câmara. É uma peça que possui alguma resistência pelo facto de ser de encaixe.



Figura 29: Xbox 360 Live Vision



Figura 30: Desencaixe na câmara

2. Uma vez retirado o foco é separado o resto da peça pela ranhura através de uma faca ou chave de fendas. A peça maior é dividida em metade como apresentado na figura.
3. Depois de retirada toda a parte frontal da peça é necessário retirar, com o recurso a uma chave de fendas, os dois parafusos que vai permitir remover o sistema electrónico do resto do objecto.



Figura 31: Remoção de parafusos



Figura 32: Remoção de parafusos

4. Nas costas do sistema encontram-se outros dois parafusos que permitem retirar a peça que contem o filtro bloqueador. De seguida basta apenas com alguma pressão retirar dessa parte do objecto o filtro que se encontra no seu interior.

5. Depois de separadas as peças e removido o filtro infravermelho são colocados um ou dois pedaços de filme negativo. Este filme irá bloquear toda a luz do exterior para que o sinal seja captado com melhor eficiência. Por fim, montam-se todas as peças de novo e o equipamento encontra-se apto para funcionar.

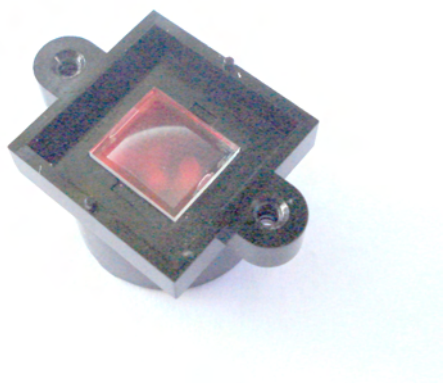


Figura 33: Componente que integra o filtro bloqueador

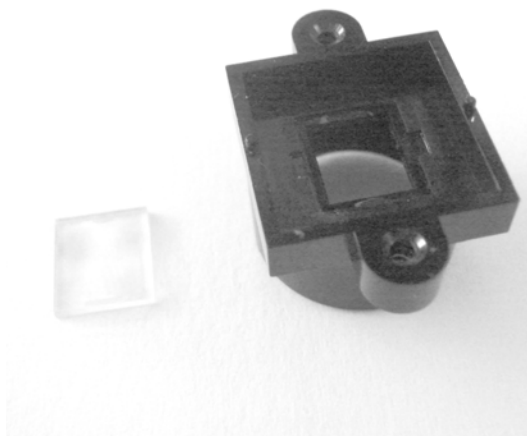


Figura 34: Remoção do filtro bloqueador



Figura 35: Remontagem da câmara

4.2.1.3. Display



Figure 36: Display | Aplicação da película

Este tópico descreve o modo de construção de um display para aplicação numa mesa multi-táctil.

Assim, para a sua construção recorreu-se a uma placa de acrílico com uma espessura de 10mm, sendo que é aconselhado o uso de espessuras entre 8 e 10mm. Esta condição altera de maneira significativa a detecção de *blobs*, principalmente se se ponderar trabalhar segundo um sistema FTIR. Neste caso, a frágil espessura dificulta a reflexão da iluminação infravermelha realizada no interior do acrílico.

Para a retenção da imagem no display, traduzida pelo projector, foi inserido na superfície superior do acrílico uma película. Esta película tem como função bloquear a luz vinda do projector, permitindo que a imagem se fixe no acrílico. As suas propriedades permitem um óptimo registo de *blobs*, além de que o custo desse material é bastante acessível. Através de cola spray fixador a película foi colada ao acrílico e pode ser facilmente descolada para futura substituição. Um facto menos positivo é que o papel encontra-se sujeito a manchas e sujidades no fim de algumas utilizações. Uma alternativa possível seria recorrer à fixação de uma película colorida evitando até

que fosse visível o interior da mesa. Essa película além de possibilitar a retenção da imagem no acrílico atribuía esteticamente um aspecto interessante no objecto.

Cada vez mais existe a necessidade de apresentar formas volumétricas bastante complexas necessitando essas mais frequentes em arquitectura para visualização 3D, formas complexas que o ecrã 2D não esclarece com tanta eficácia.

Embora este display forneça as imagens segundo um plano bidimensional através de pixéis, é possível criar efeitos de profundidade através de uma percepção estereoscópica. Isto é passível de ser reproduzido através da sobreposição e do uso de sombras, sombreamentos, perspectivas e texturas da interface. Outra possibilidade é a de criar uma sensação ainda mais realista do tridimensional que poderia ser feita com o recurso a óculos ou lentes polarizadas. Deste modo, é possível simular a profundidade o que até poderá proporcionar o desenvolvimento de interfaces para este efeito.

4.2.1.4. Software de calibração



Figura 37: Realização de testes na mesa Alpha I Calibração do Software TBeta

Este capítulo aborda dois softwares facilmente disponíveis on-line o que são úteis na detecção e interpretação do toque, são eles o *TBeta* e o *Touchlib*. Ambos foram criados para um fim multi-

táctil para monitorizar *blobs* (pontos de contacto com a superfície) e permitir determinar todos os movimentos efectuados sobre a superfície com a particularidade de detectar mais de trinta toques em simultâneo.

O *TBeta* e o *Touchlib* encontram-se configurados para dar entrada à maioria das webcams e câmaras de vídeo. No entanto, é necessário ter em atenção a compatibilidade de alguns destes dispositivos com plataformas Macintosh e Linux.

A versão actual do *Touchlib* já permite transferir eventos no protocolo TUIO permitindo que o software seja compatível com outros aplicativos que suportam o mesmo protocolo como o Flash, vvvv, Processing, entre outros. No entanto, o *Touchlib* apenas pode ser usado no Windows, com a indicação no site do software que num futuro breve será aplicado a outras plataformas. Como tal, o *TBeta* ainda pode ser visto como mais flexível em relação ao *Touchlib*.

Para a configuração do sistema multi-táctil no projecto foi seleccionado o software *TBeta* devido às incompatibilidades do *Touchlib* na plataforma Macintosh. Como tal, descreve-se o modo de calibração do software *TBeta* acompanhado de algumas imagens e links de vídeo que explicam o processo.

Tbeta

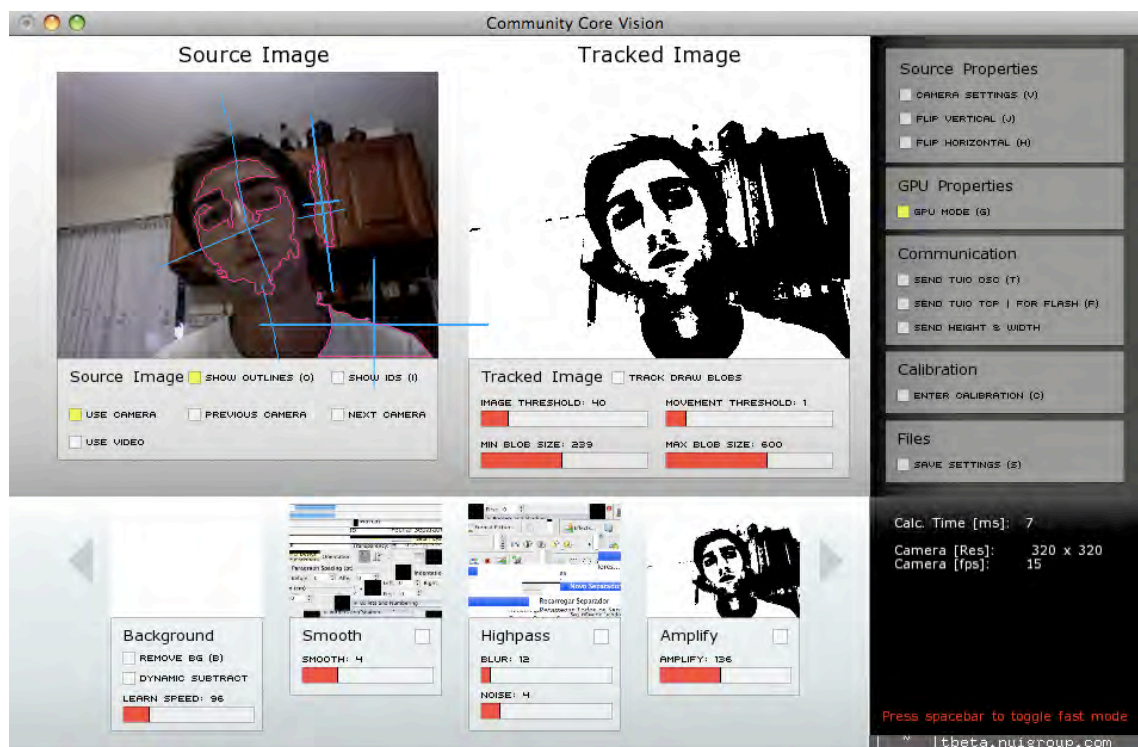


Figura 38: Interface do software TBeta

O objectivo desta fase do trabalho é monitorizar os pontos de contacto com a superfície. É descrito no próximo tópico as etapas para a sua concretização. A aplicação apresenta-se do seguinte modo: com o recurso da câmara apresenta um *tracking* da imagem, designado de **Tracked Image**, onde são visualizadas algumas manchas reproduzidas pelo contraste da imagem, designado de **Source Image**. Nas quatro janelas inferiores é possível ajustar os contrastes da imagem dos *blobs* e no quadrante **Source Image** em **Next Camera** é possível ser realizado a conexão de uma câmara exterior ao computador, alterando as suas predefinições.

Etapas da configuração:

1. Download da aplicação mais recente do **TBeta**;
2. Extracção da aplicação;
3. Iniciação da aplicação **TBeta** (APP, Exe, ...);
4. A aplicação é iniciada com a captação da câmara de vídeo ou vídeo de demonstração do software. Prima **Next Camera**, para estabelecer ligação com a câmara;
5. Sempre que os dedos não estabeleçam o contacto com a superfície pressione **Backgroud Remove**. Permite eliminação de pontos falsos que se encontram a ser detectados;
6. Caso o ambiente onde a plataforma se encontre seja alvo de mudanças de iluminação ligue a controlo **Dynamic Subtract**;
7. a) Para **FTIR** e **LLP**;
Desligar o **Highpass** e filtros **Amplify**; Ligue o filtro **Smooth**; Ajuste do **Smooth** para eliminar ruídos;
Caso os pontos possuam pouco contraste activar o filtro **Amplify** apenas para as clarear;
7. b) Exclusivamente para **DI**;
Desligar filtros **Smooth** e **Amplify**; Ligar e ajustar o filtro **Highpass**;
Caso os pontos possuam pouco contraste activar o filtro **Amplify** apenas para as clarear;
8. Ajuste do controle **Tracked** até conseguir visualizar a detecção de todos os dedos;
9. Pressione **Save Setting** para guardar as configurações;

Calibração do TBeta

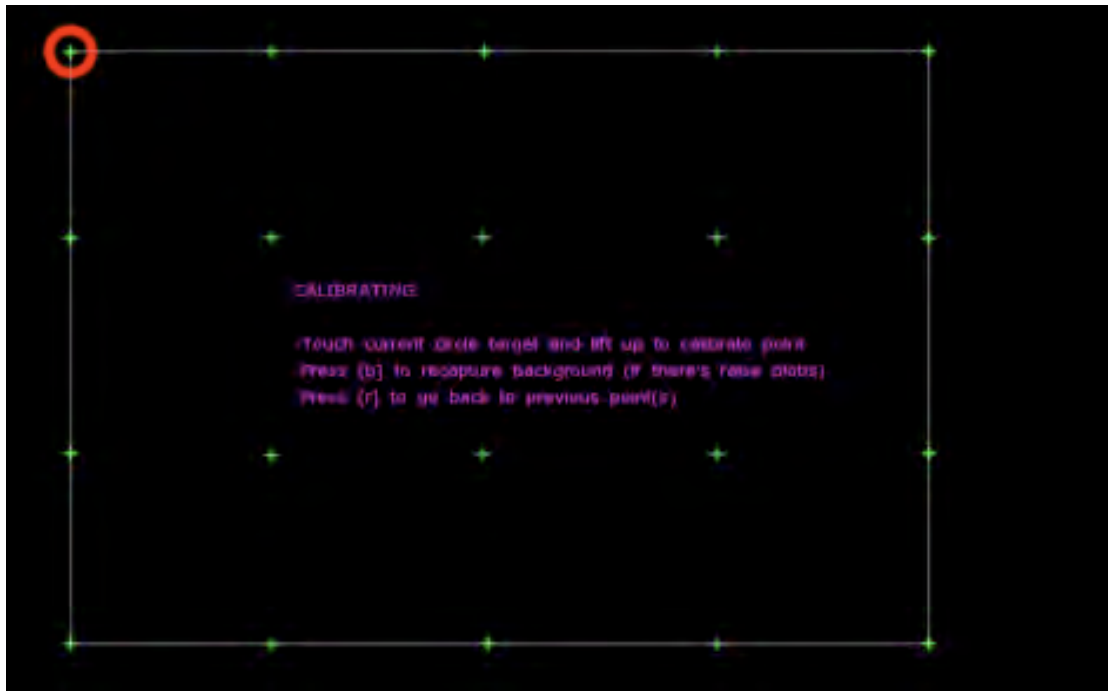


Figura 39: Grelha de calibração do software *TBeta*

Depois de os ajustes da imagem e identificação de *blobs* estar concluída segue-se para a calibração do software. É sinalizado uma grelha ajustável de pontos, onde é necessário tocá-los à medida que vão surgindo na tela de visualização. Este processo permite alinhamento dos elementos na tela de contacto, registando o toque no local exacto. Os próximos passos explicam o modo de configuração:

1. Pressione em **Enter Calibration** ou **C**, para iniciar a configuração;

A tela apresenta um quadrante ajustável através das teclas **A**, **S**, **D**, **W** e **Shift**, para redimensionar a área de contacto;

2. É possível adicionar pontos à grelha para uma melhor afinação dos pontos de contacto;

Tecla **+** (para adicionar pontos) e **-** (para remover pontos) no eixo x;

Tecla **Shift** e **+** / **-** para adicionar e remover pontos no eixo y;

3. Pressione a tecla **C** para iniciar;

4. Círculos vermelhos vão destacar pontos da grelha. Pressione em cada círculo exibido;

5. Caso ocorra algum erro pressione **R** para retroceder à acção anterior. No caso de ocorrência de blobs falsos prima **B** para recapturar o fundo;

6. Após concluído este processo pode ser testado pressionando áreas de toque. No caso, que pretenda retocar a calibração prima **X** para ajustar os filtros.

Calibração do vídeo



Esta fase apresentada é facultativa para o funcionamento do software. É útil se se pretender a alteração da resolução, ajustes da Frame Rate da câmara e outras definições. O TBeta possui arquivo designado de **config.xml** que permite salvaguardar todas as configurações, permitindo algumas serem editadas manualmente. Em anexo é apresentado os seguintes passos para iniciar a configuração vídeo³⁷.

³⁷ (Error! Reference source not found.)

4.3. Projecto de uma mesa multi-táctil [Laboratório *Contagio*]

No âmbito do mestrado em Design na Universidade de Aveiro pretende-se a realização do protótipo de uma mesa multi-táctil com a finalidade de servir o projecto *Contagio*. Este artefacto integrará tecnologia multi-táctil, possibilitando ao utilizador interagir através do toque a conteúdos que surgem no ecrã da mesa, que serão desenvolvidos no espaço laboratorial do *Contagio*. Este protótipo será disponível em locais estratégicos, como museus, exposições, na Universidade de Aveiro, entre outros, para demonstração da tecnologia que o envolve. Posteriormente, poderão vir a serem desenhados novos modelos para futuramente serem comercializados.

A concepção da mesa *Alpha* e toda a actividade efectuada em torno da sua construção foi essencial na compreensão técnica da tecnologia. Os resultados obtidos fornecem capacidade de realização do protótipo e construção de futuros equipamentos neste contexto, e averiguação de outros métodos e sistemas para comparação e análise. Por outro lado, a análise técnica e capacidade de realização de uma plataforma multi-táctil contribuiu para uma melhor discussão a nível do design do artefacto, na procura de melhores soluções para o protótipo.

Inicialmente, foi estudado a hipótese de o equipamento funcionar com auxílio de um computador exterior, com o propósito de qualquer utilizador poder interagir na mesa com o seu portátil pessoal. No entanto, esta possibilidade foi colocada de lado, pelo facto de, o computador pessoal ter de ser configurado sempre que substituído por outro computador de outro utilizador. As aplicações e os drivers teriam de ser instalados, transformando a sua utilização num processo bastante complexo e demorado. Com a incorporação de um computador na mesa, possibilita que a mesa opere de forma independente. O computador passa deste modo a integrar todas as aplicações necessárias, possibilitando a instalação de novos aplicativos ou poderem ser alteradas por novas versões.

O desafio do design perante a integração desta componente no seu interior, foi reflectir sobre uma forma do equipamento atendendo, entre outras condições, à acessibilidade do computador perante a utilização do utilizador. Desta forma, atendendo a acessibilidade do utilizador ao computador, pretende-se que a forma integre ranhuras para entradas de DVD, entradas USB e saídas áudio.

Outro constrangimento encontrado provem da utilização das lâmpadas para propagação de infravermelhos. As lâmpadas utilizadas na construção da mesa *Alpha* permitiam a passagem da luz vermelha, tornando o display num tom avermelhado. Uma hipótese para extrair a luz vermelha provinda das lâmpadas seria adquirir um filtro que apenas permitisse a passagem do infravermelho. Outra hipótese seria adquirir uma lâmpada de infravermelhos terapêutica. Esta, não deixaria passar na totalidade a luz vermelha. Como última conjectura, podia ser realizado um suporte que suportasse uma quantidade significativa de leds. Esse suporte de leds seria colocado no interior da mesa iluminando o display como técnica mais indicada, garantindo que apenas o

infravermelho seja emitido. Esta técnica é usada em mesas multi-tácteis como a *Reactable* e a *Microsoft Surface*.



Figura 40: Exemplo de suporte com leds infravermelhos

Para a realização da mesa adaptou-se um sistema multi-táctil Diffused Illumination (DI) sendo o mesmo sistema adoptado para a mesa multi-táctil *Alpha*. Decidiu-se por este sistema dada a facilidade na aquisição de material e à exigência de um menor esforço técnico para a sua realização, em relação a outros sistemas.

Embora o sistema Diffused Illumination (DI) traga algumas vantagens para o bom funcionamento da mesa é necessário um bom controlo da iluminação exterior, caso contrário, corre-se o risco da criação de pontos falsos na tela de interacção. Por outro lado, existe o problema do aquecimento proporcionado pelas lâmpadas infravermelhas, pelo computador e pelo projector.

Um dos desafios a nível do design passa por encontrar uma forma que permita isolar as componentes da iluminação vinda do exterior e, que funcione como sistema de arrefecimento para os equipamentos contidos no interior que facilmente produzem calor.

Uma hipótese possível seria integrar um sistema de ventilação. No entanto, possui o inconveniente de ocupar alguma área reservada à projecção e ao espelho no interior da mesa. Daí optar-se pelo projecto de forma a que existissem aberturas que permitissem a sua refrigeração.

Como referido anteriormente, existe uma parceria entre a *AveiroDomus* e a Extrusal que permite o financiamento em parte da construção do protótipo. Através da informação encontrada no site da Extrusal como em documentação facultada pela *AveiroDomus* sobre sistemas de alumínio da empresa e processos de construção, foram realizados alguns estudos sobre a forma da mesa.

De entre todos os sistemas de alumínio disponíveis na empresa Extrusal, adoptou-se por um sistema de alumínio designado de F.018 que possibilita a ocultação do interior permitindo a ventilação pela circulação do ar. Segundo a Extrusal, trata-se de um sistema rápido na sua montagem, as lâminas são fixas à peça de suporte, através de um processo designado de clipagem. Estas lâminas são fornecidas em barras de 6 metros, possibilitando o seu corte. Por outro lado, tanto as lâminas como os seus suportes são comercializados prontos a montar.



Figura 41: Imagem dos perfis extrudidos F.018 da Extrusal

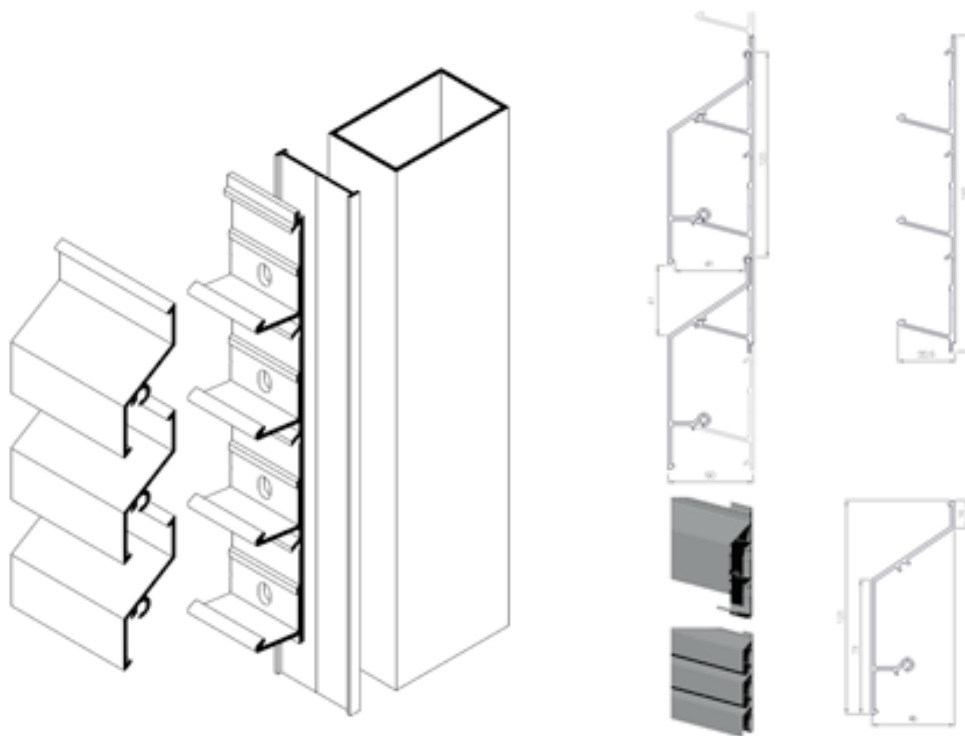
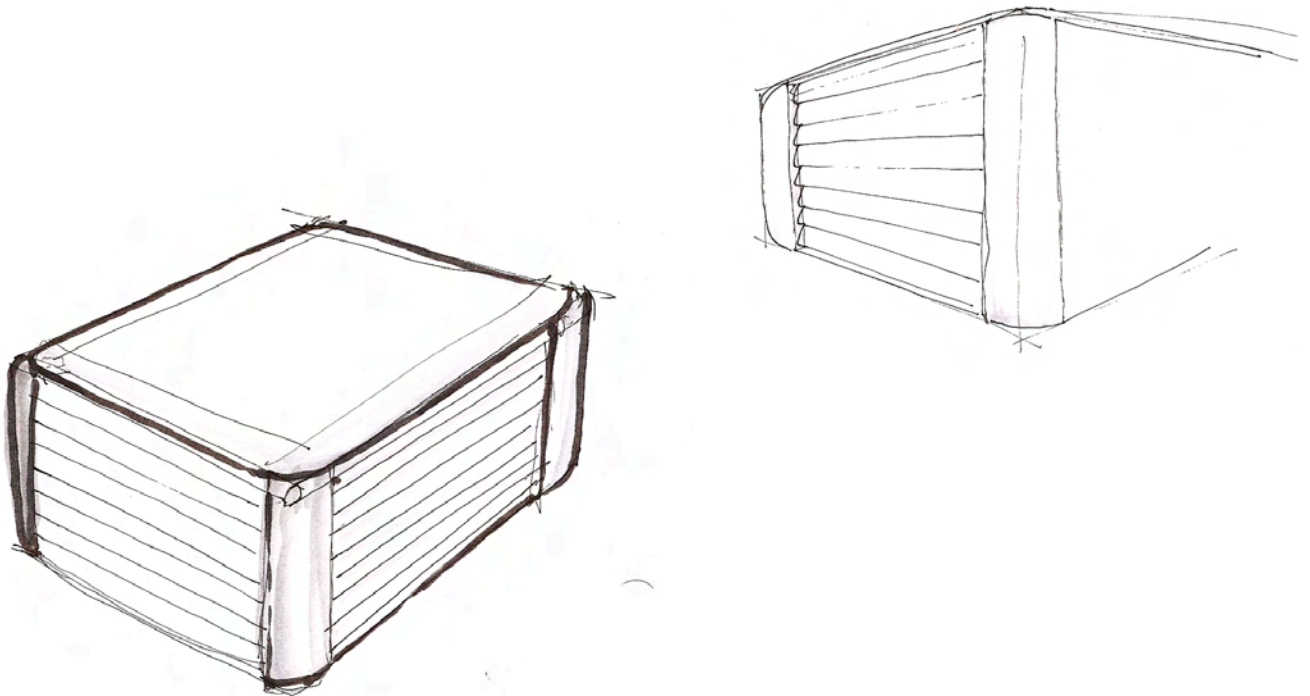
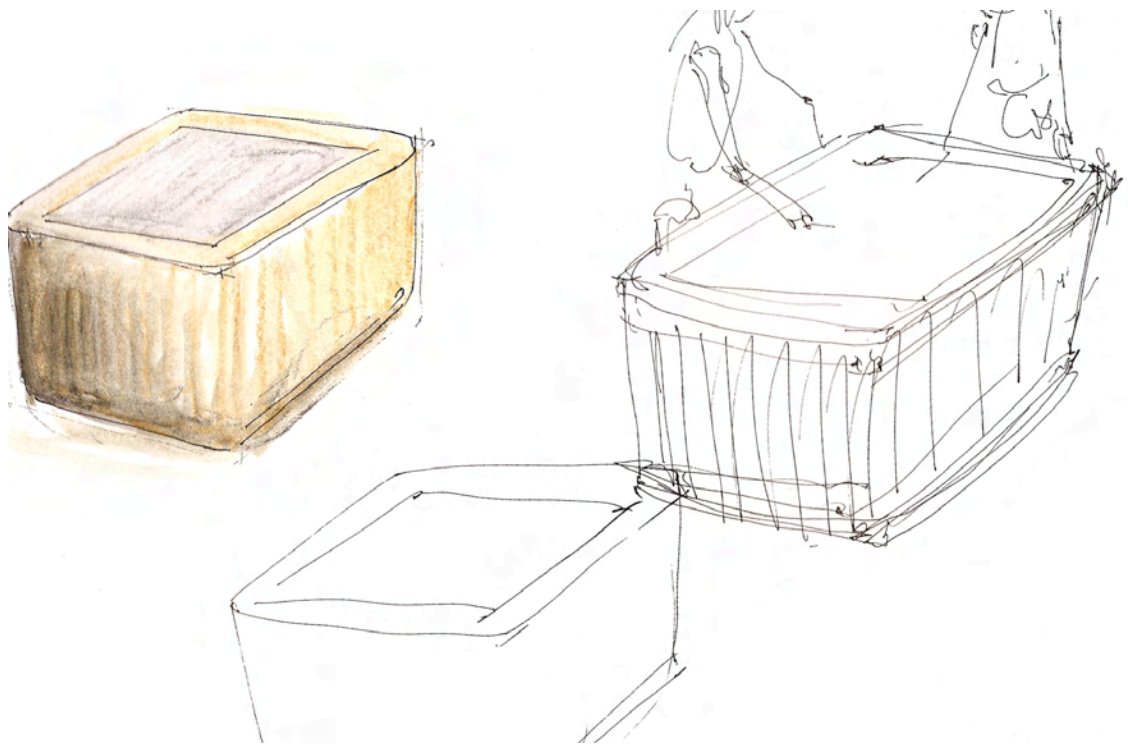
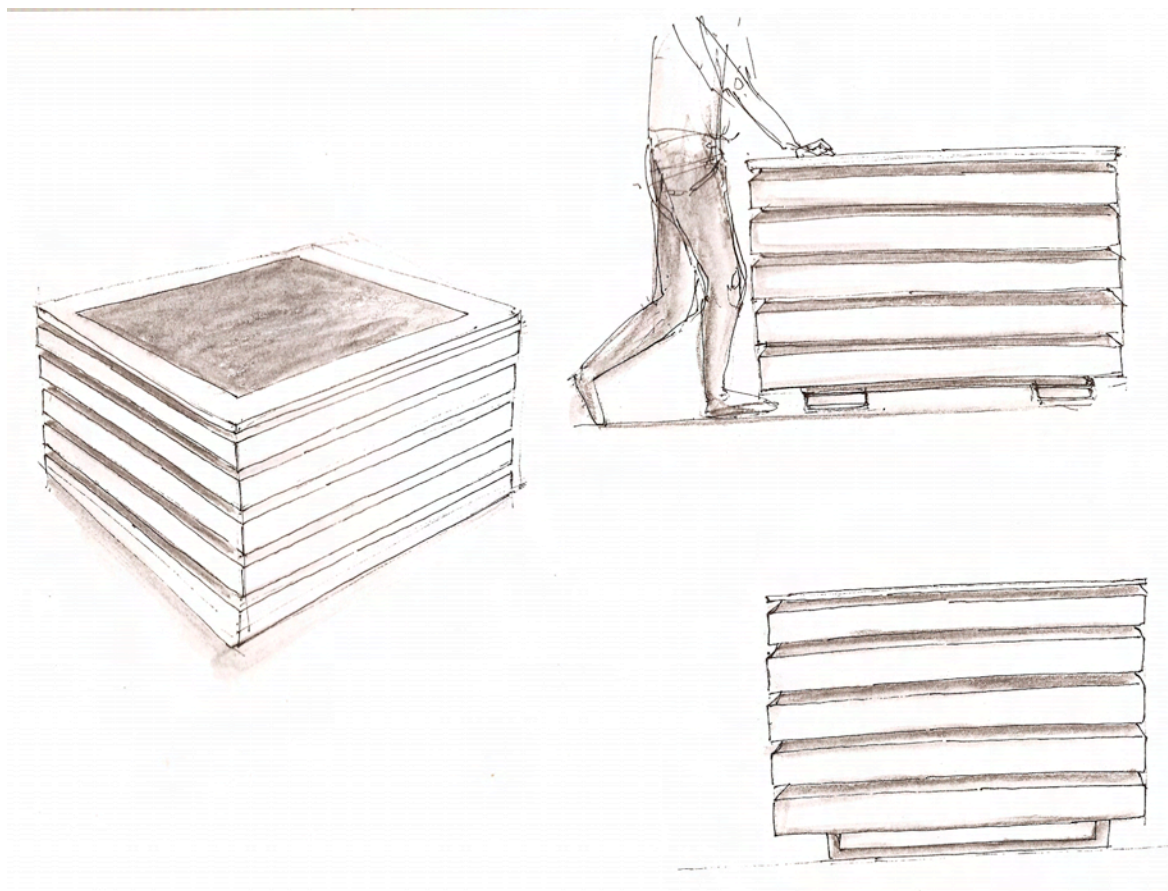


Figura 42: Esquema de montagem dos perfis de alumínio F.018

Através da investigação de sistema de alumínio disponíveis na empresa Extrusal e informação de catálogos facultados pela *AveiroDomus*, foram desenvolvidos alguns esboços reflectindo sobre a refrigeração do objectos, acessibilidade do utilizador às componentes de hardware e ergonomia do objecto.

Estudos da forma do artefacto:





Várias experiências foram realizadas a partir destes e de outros perfis disponíveis na Extrusal. Houve uma preferência em dispor as lâminas de alumínio na horizontal pois desta forma impedem a entrada da luz directa no interior do sistema. A estrutura seria elevada por uma base reflectindo na posição dos pés do utilizador.

A partir deste estudo foi realizado uma modelação em três dimensões incluindo as suas medidas técnicas e reflectindo sobre a composição das componentes de hardware no interior na mesa.

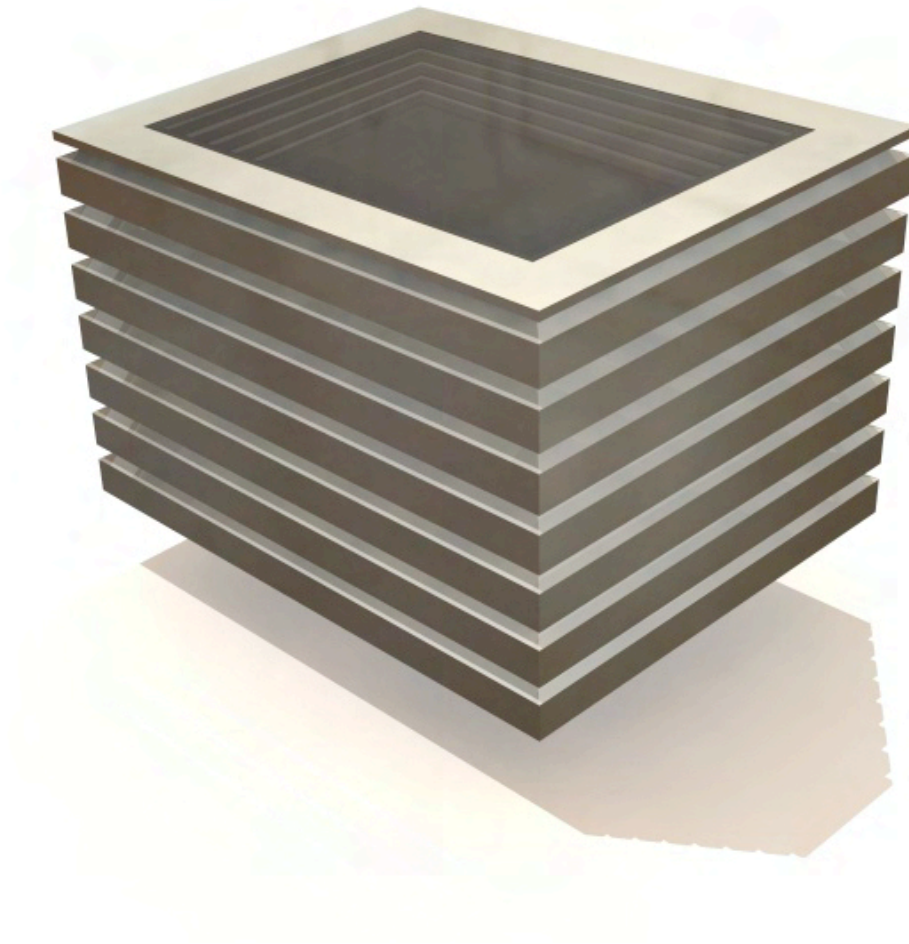


Figura 43: Modelação em 3D da mesa multi-tátil Base

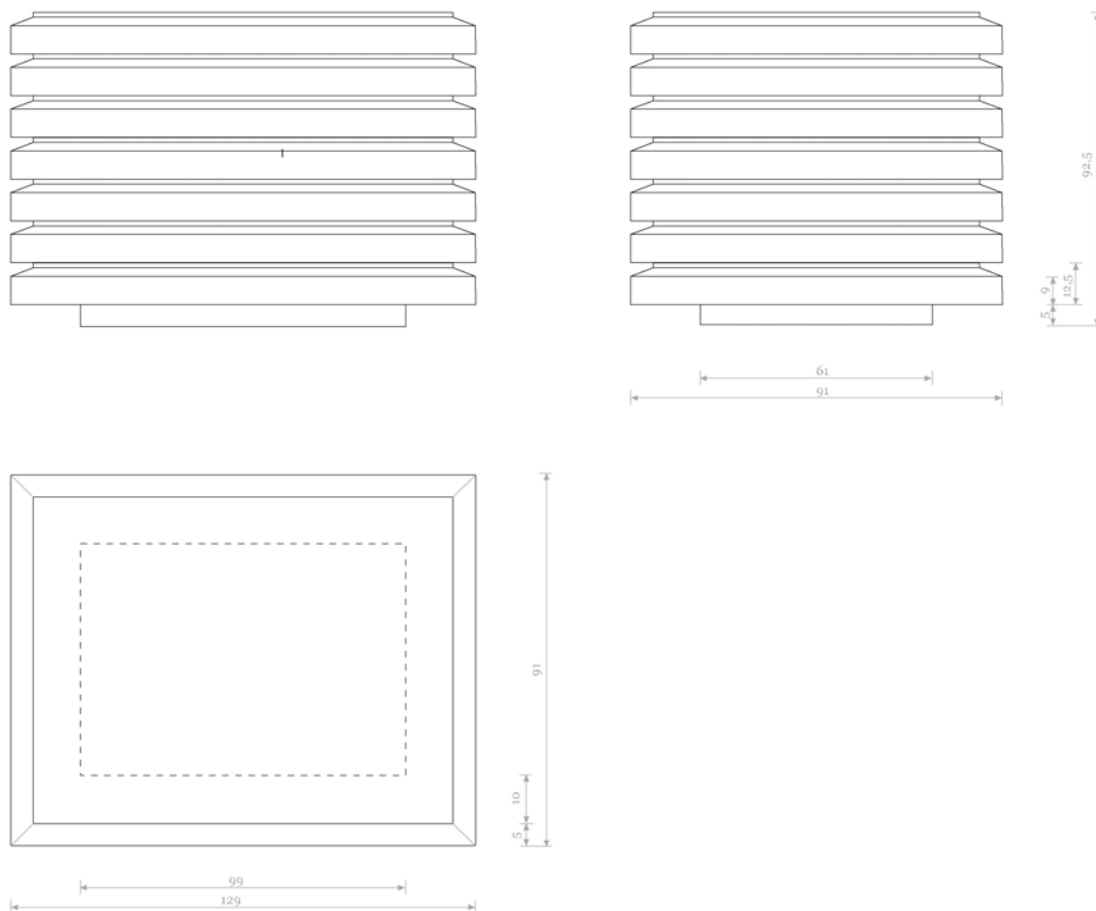
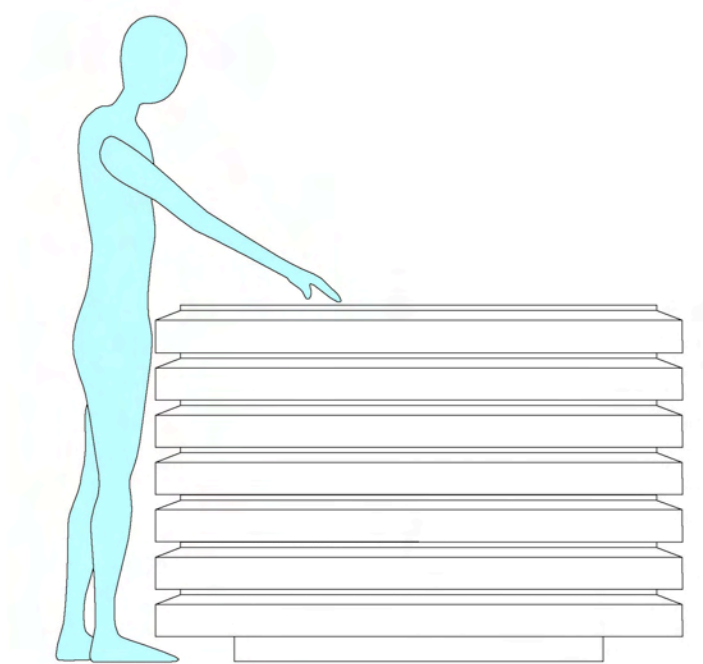


Figura 44: Especificações técnicas da mesa multi-tátil



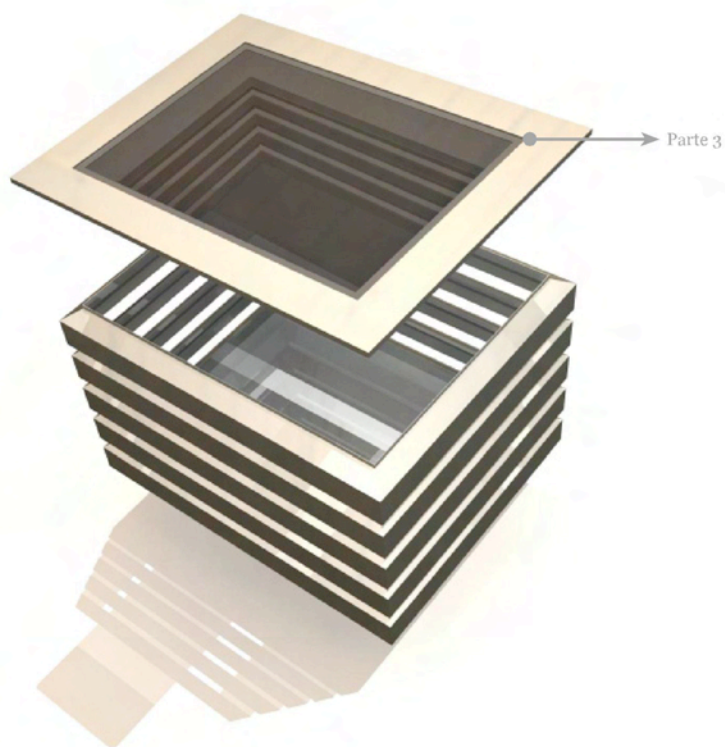


Figura 45: Abertura para remoção e manutenção das componentes

Pretende-se que a abertura seja realizada através da remoção da plataforma que suporta o acrílico para manutenção das componentes do interior da mesa. Embora, a sua manutenção não seja frequente, torna possível desta forma, o acesso imediato a todas a componentes da mesa.

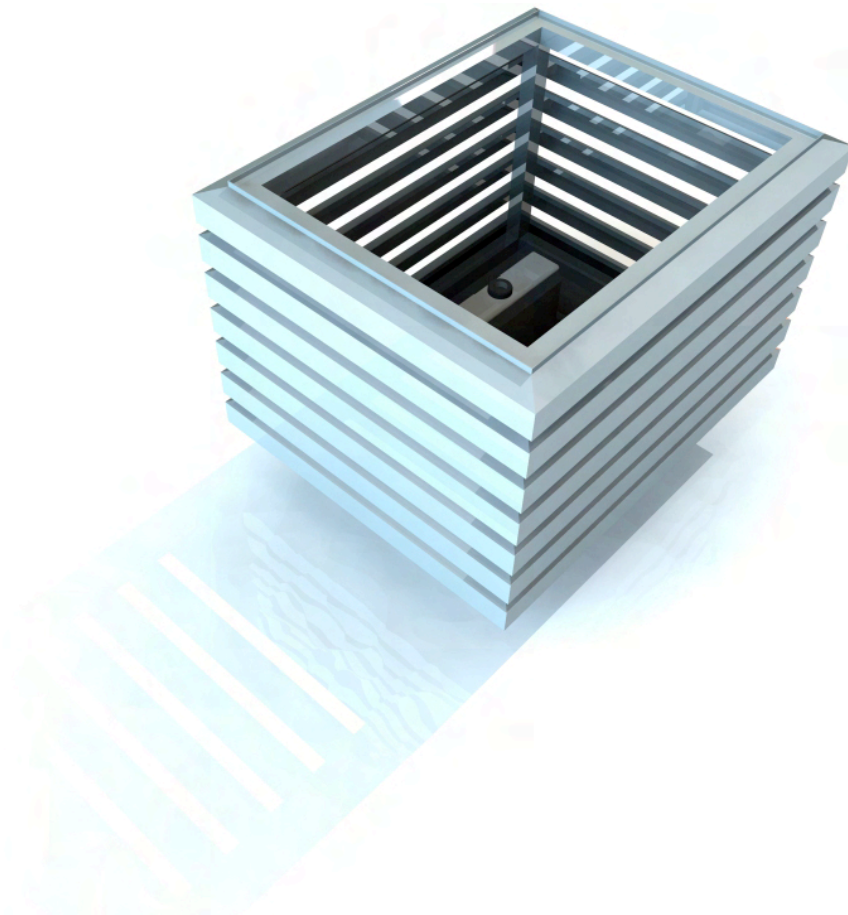


Figure 46: Colocação do projector na mesa *Base*



Figura 47: Medidas técnicas da parte 3 da mesa multi-táctil *Base*

Este objecto está desenhado para ser possível nele ser aplicado um acrílico com as dimensões de 80 cm por 60 cm, com 1 cm de espessura. Pretende-se que esta parte tenha 1,5 cm de espessura.

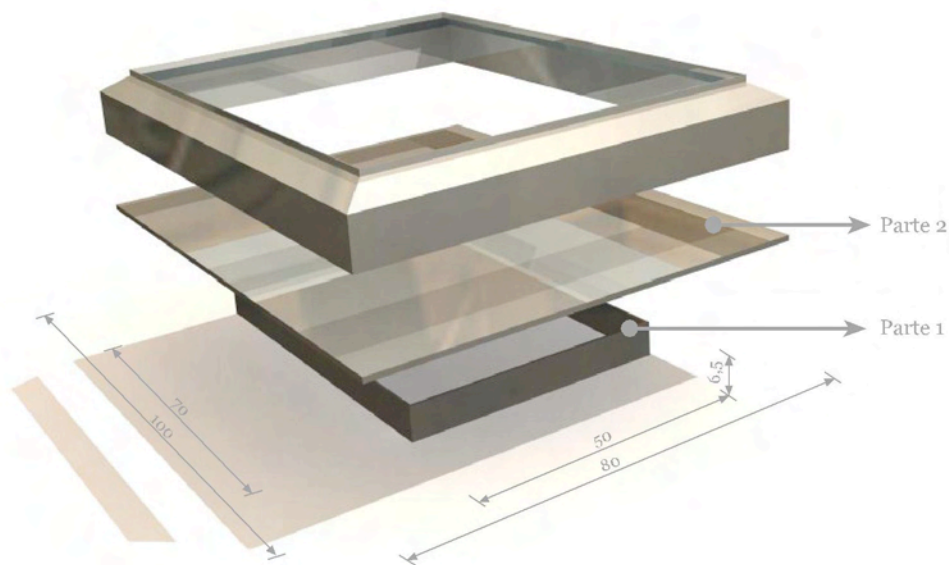
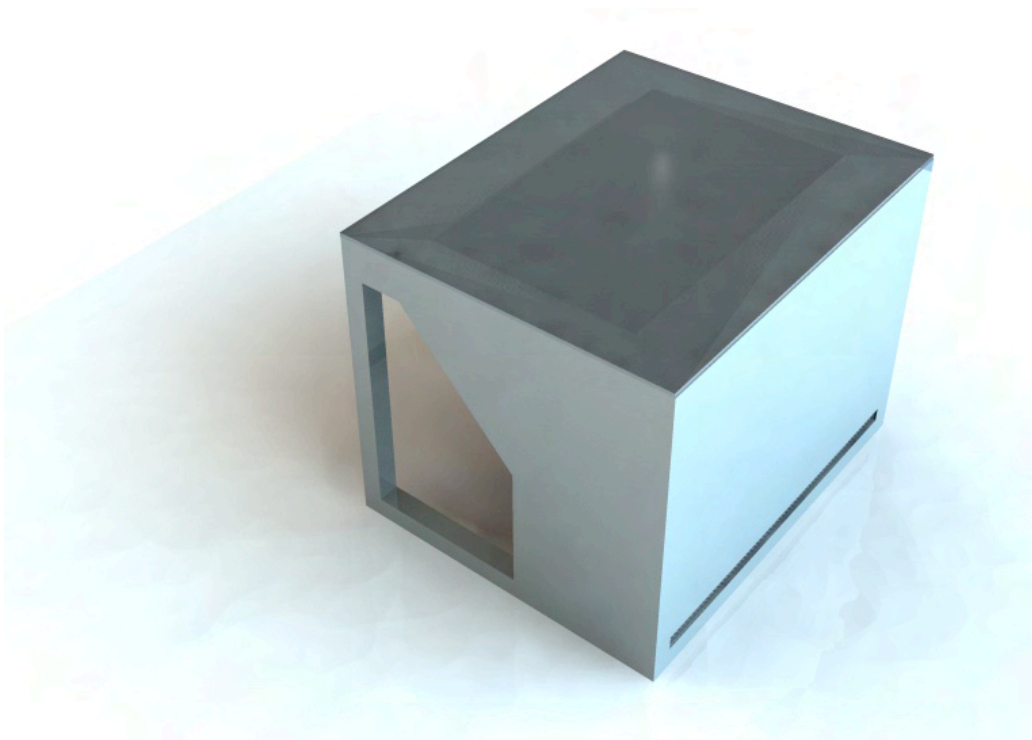


Figure 48: Medidas técnicas da base da mesa

Pretende-se a construção de uma base (parte 1) que irá servir de apoio da mesa. A parte 2, por sua vez será fixa à parte 1 e servirá de sustento do suporte para aplicação das lâminas de alumínio. Por outro lado, pretende-se a criação de um orifício na parte 2 para que seja possível a entrada de cabos e fichas eléctricas.

Outro aspecto reflectido foi a possibilidade de este ser movido. Dado o peso deste equipamento dificulta o seu transporte. Deste modo, deu-se à colocação de 4 rodas na base do objecto para facilitar o seu deslocamento.

4.4. Projecto de uma secretária multi-táctil [Projecto *Base*]



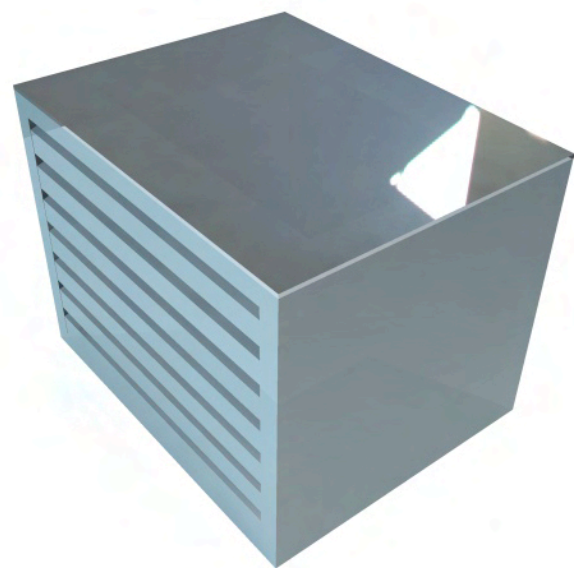
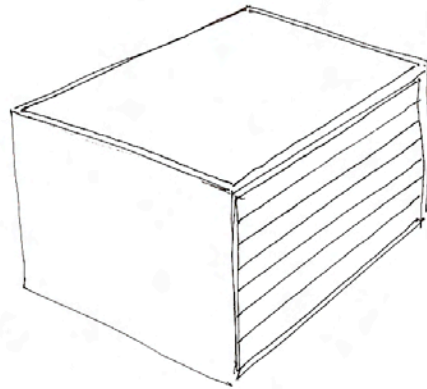
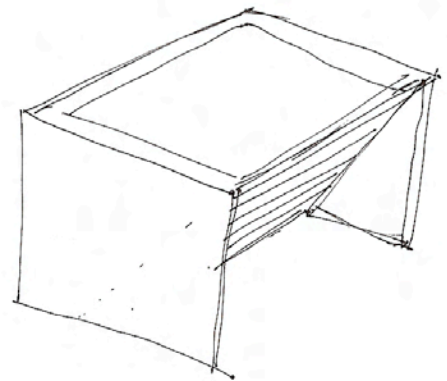
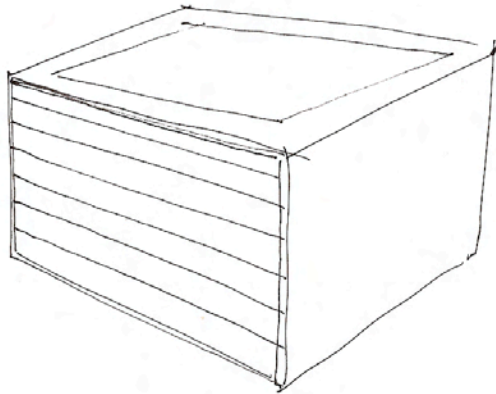
Poucos produtos multi-tácteis têm resultado da intervenção do design de equipamento. A falta de ergonomia identifica-se como um dos problemas mais aparentes em equipamentos multi-tácteis, isto devido, em grande parte, ao espaço necessário para projecção da imagem na superfície no interior do objecto.

Os equipamentos multi-tácteis são na sua maioria conhecidos pelas formas robustas e na maior parte delas impossibilita o utilizador de interagir com a superfície sentado, o que contribui para um desgaste físico do utilizador após alguns minutos de utilização.

Para responder a este problema pretende-se desenvolver uma secretária multi-táctil individual cuja forma possibilite ao utilizador sentar-se e operar nela, fornecendo ferramentas úteis de trabalho como um computador interno, teclado e rato.

Foram realizados uma série de esboços para compreender a forma do objecto reflectindo sobre os problemas de aquecimento, a forma como as componentes são colocados e a área útil para projecção garantindo que o utilizador possa executar as suas tarefas sentado.

Encontram-se de seguida uma pequena selecção desses esboços:



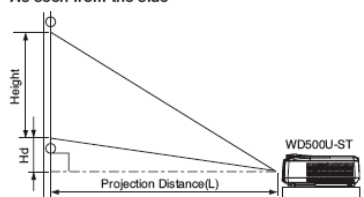


Esta secretária tem como material envolvente o alumínio podendo adoptar várias cores. O sistema multi-táctil pensado para ser integrado na secretária é o *Diffused Illumination*, também adoptada no projecto *Alpha*, pela mesma razão explicada no equipamento anterior. Neste caso tem um papel mais influente, considerando que os objectos dispostos sobre a secretária possam também eles interagir com os conteúdos gráficos. Trata-se de uma importante vantagem em relação ao sistema FTIR. Para o funcionamento do sistema foi incorporado como componentes um computador Macintosh, um projector Mitsubishi, uma câmara Bosch monocromática, um teclado e um rato.

De entre as componentes financiadas pela *AveiroDomus* encontra-se um projector de marca Mitsubishi, com o modelo WD500U ST, que será usado neste projecto. Este projector permite uma grande área de projecção a pequenas distâncias, permitindo a 50cm do acrílico criar uma imagem de 54cm por 86cm.

Screen size and Projection distance

As seen from the side



Screen size chart

Screen (16:10 aspect ratio)						Distance from screen (L)		Height projected image (Hd)	
Diagonal size		Width (W)		Height (H)					
inch	cm	inch	cm	inch	cm	inch	m	inch	cm
40	102	34	86	21	54	18	0.5	1.6	4
60	152	51	129	32	81	28	0.7	2.4	6
80	203	68	172	42	108	37	0.9	3.2	8
100	254	85	215	53	135	47	1.2	4.0	10
150	381	127	323	79	202	70	1.8	6.0	15
200	508	170	431	106	269	94	2.4	8.0	20
250	635	212	538	132	337	118	3.0	10.0	25
300	762	254	646	159	404	142	3.6	12.0	30

Figura 49: Características do projector Mitsubishi WD500U ST

O projector é o elemento que determinará em grande parte o desenho da mesa, pois a sua abertura condiciona o espaço útil no interior da secretária.

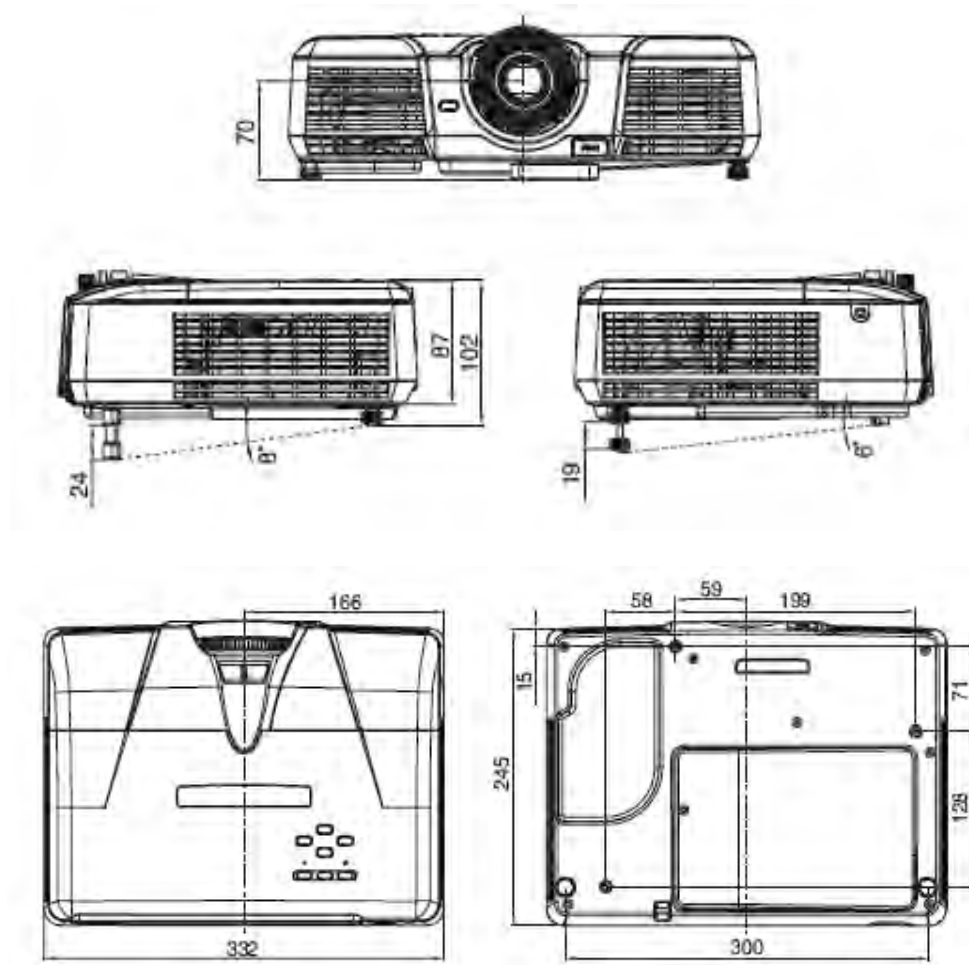


Figura 50: Dimensões do projector Mitsubishi WD500U ST (imagem retirada do site www.projectorcentral.com/Mitsubishi-WD500U-ST.htm)

Apresenta-se um estudo realizado para calcular a dimensão e a proporção do objecto com base na abertura da lente do projector³⁸. O cálculo dos ângulos da projecção é necessário para saber a inclinação e o espaço máximo que podemos retirar de uma das laterais do objecto para permitir ao utilizador colocar as pernas.

Outro aspecto obtido nesses cálculos é a proporção do display de forma a adaptar as medidas da superfície da mesa à resolução do projector aproveitando, desta forma, toda a área de contacto.

³⁸ Anexo 5 | cálculo dos ângulos da projecção para determinar dimensões da secretária multi-táctil

Com recurso à trigonometria foi possível saber o ângulo realizado do foco com o display. Após o cálculo verificou-se uma inclinação de aproximadamente 40° , sendo suficiente para o utilizador colocar as pernas.

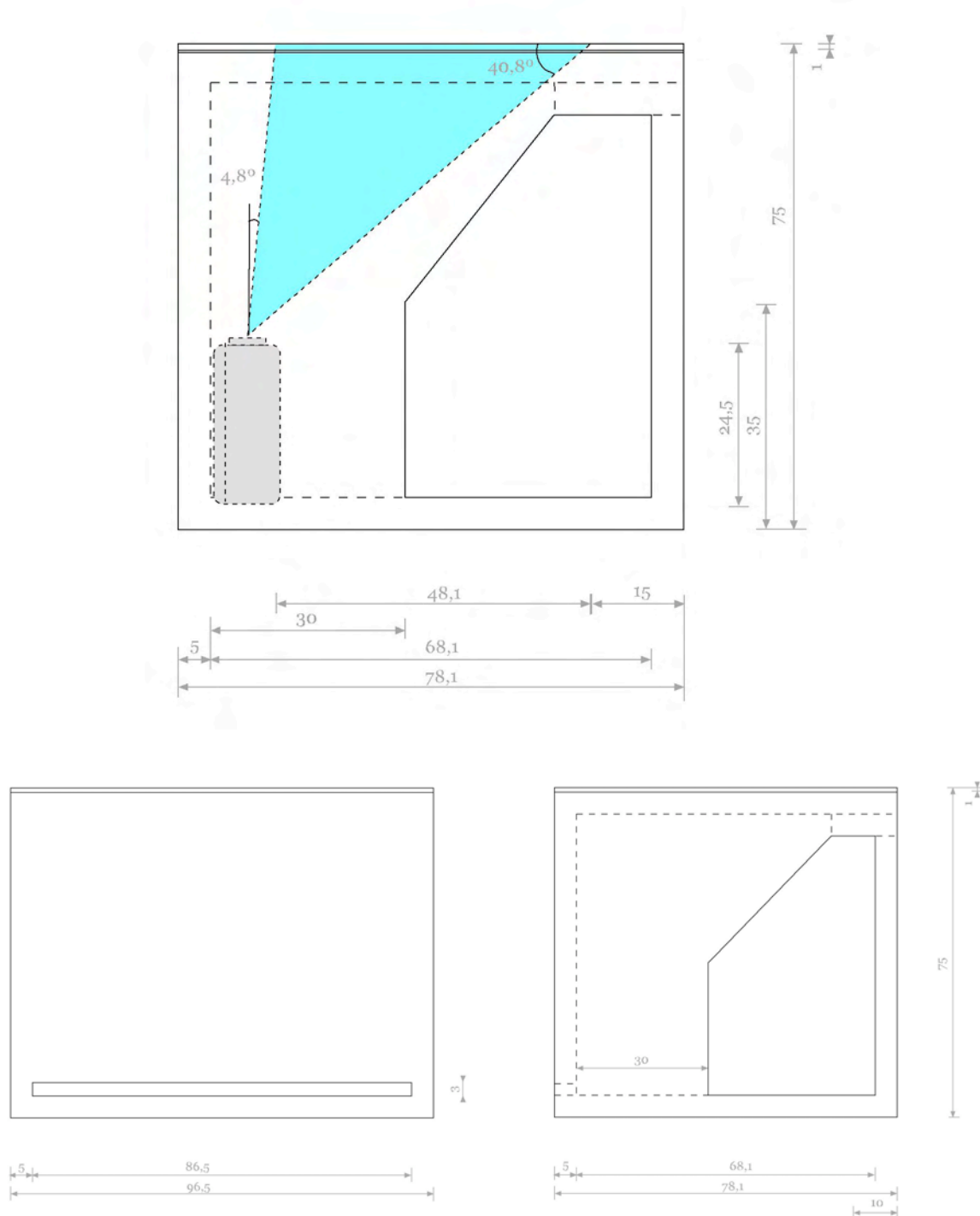


Figura 51: Especificações técnicas da secretária multi-tátil

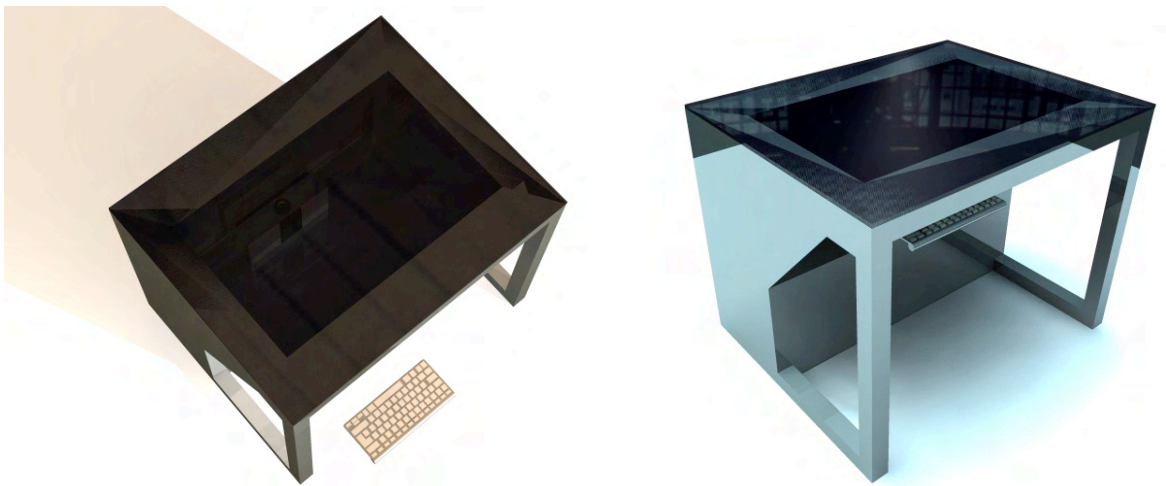


Figura 52: Inserção do teclado

Outro aspecto reflectido no objecto foi a integração de algumas ferramentas básicas como o teclado e o rato, também financiados pela Associação *AveiroDomus*. A secretária foi pensada para o utilizador poder facilmente aceder ao teclado e ao computador, sendo criado na frente da secretária uma ranhura para colocar o teclado. Além disso, a secretária possui duas entradas USB e um compartimento que permite ao utilizador inserir e remover discos.

Outro manipulador integrado na secretária foi o rato. A importância do rato no sistema deve-se à precisão e no rigor que fornece no contacto com os elementos gráficos.

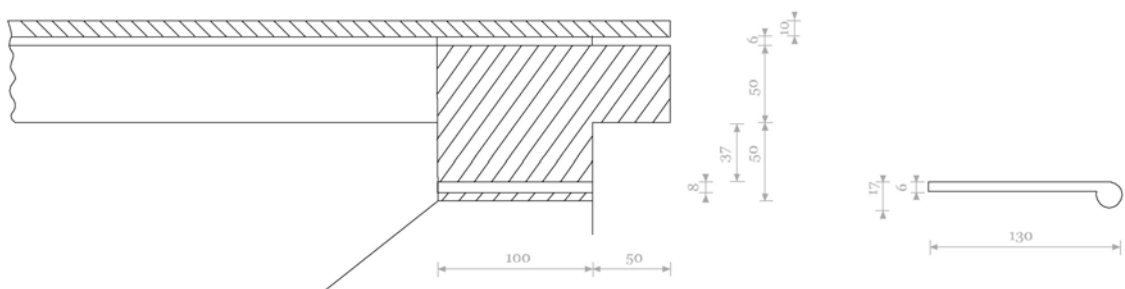


Figura 53: medidas em corte do compartimento para integração do teclado

O aquecimento do computador e projectador despertou para o estudo de um sistema que possibilitasse a retirada do ar quente do interior da secretária. Desta forma ponderou-se a criação de uma abertura no inferior do objecto isolada com uma grelha em chapa de alumínio preta, possibilitando a entrada de ar. Dado que o ar quente tende a subir foi projectada uma outra abertura situada entre o acrílico e a estrutura em alumínio, conseguida através da elevação do acrílico em relação à estrutura em alumínio.

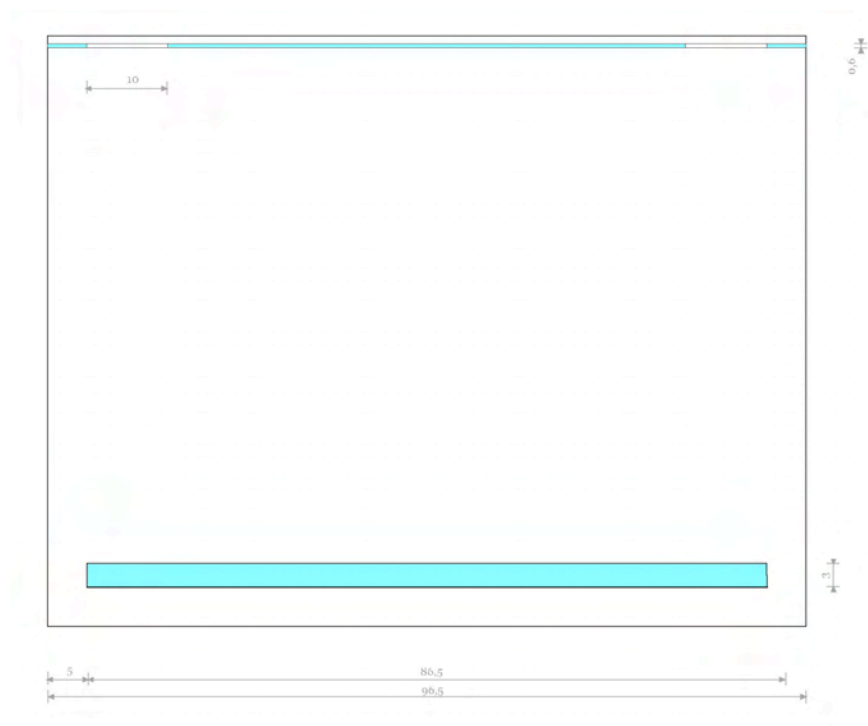


Figura 54: Ranhuras para refrigeração do sistema

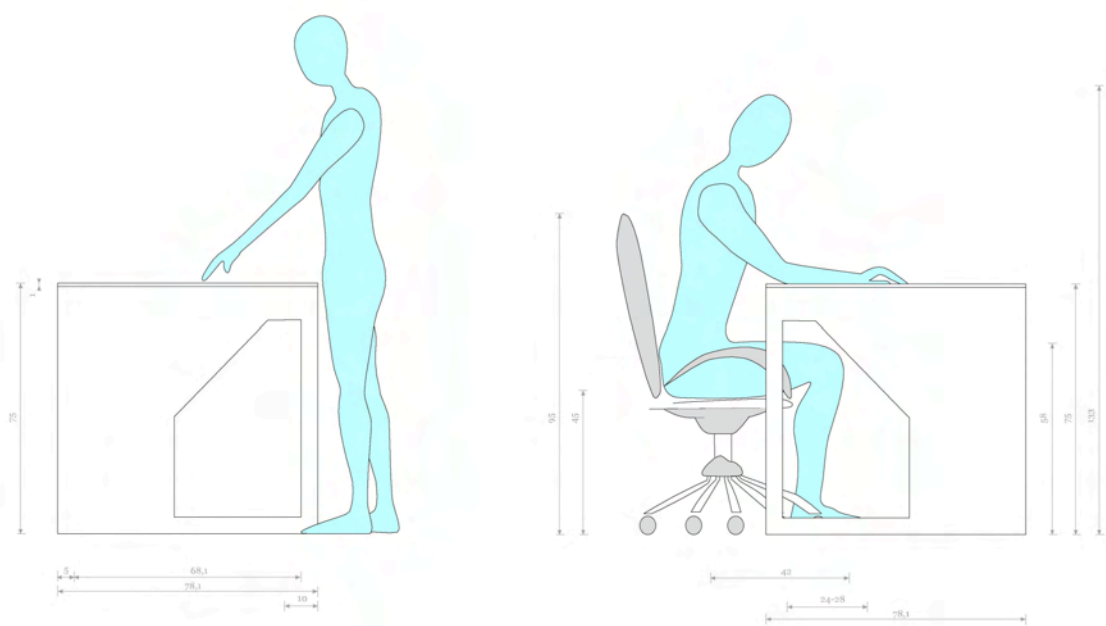


Figura 55: Relação do corpo com a secretária multi-tátil

5. Conclusões

5.1. Comentários finais

Como diz Bill Buxton “*Input is still primitive, and wide open for improvement (...)*“. Esta tecnologia embora remonta aos anos 80, ainda não chegou ao seu pico comercial, e sendo uma tecnologia promissora, não deixa de ser uma grande aposta para os anos que se seguem. Para tal, o contributo do design poderá ser fulcral para uma óptima aplicação desta tecnologia, já que o problema da demora do multi-táctil encontra-se em parte, associada à falta de acompanhamento do design na concepção de interfaces e objectos.

Com o conhecimento e demonstração de algumas técnicas e sistemas, pretende-se facilitar investigação para o desenvolvimento de equipamentos multi-tácteis. O mesmo fez Jefferson Han com a demonstração da sua técnica FTIR, e Bill Buxton com a recolha de produtos multi-tácteis demonstrando modos de interacção possíveis de serem realizados e explicando alguns conceitos paradigmáticos.

Através da vulgarização do modo como a tecnologia multi-táctil pode ser facilmente concebível, pretende-se despertar o design para o desenvolvimento de ideias e concepção de equipamentos. Este trabalho tem como primeiro objectivo motivar e incentivar investigadores e designers para uma boa aplicação do multi-táctil em equipamentos, percebendo as aplicações adequadas para sistemas multi-táctil e em que contextos devem ser aplicadas, para poder tirar partido de todas as interacções que esta tecnologia permite.

5.2. Trabalho futuro

5.2.1. PROJECTO DE UMA MESA MULTI-TÁCTIL

Pretende-se que o protótipo possibilite a criação de conteúdos a serem desenvolvidos no espaço laboratorial do *Contagio*. Criar condições para que este protótipo seja disponível em museus, exposições, na Universidade de Aveiro, entre outros, no âmbito de projectos proposta ao *Contagio*.

Posteriormente ambiciona-se o projecto de uma linha de equipamentos, focando em diferentes contextos de utilização para comercialização.

5.2.2. MULTI-TÁCTEIS 3D

Provavelmente será possível num futuro próximo desfrutar de interacções tridimensionais, designado de “Multitouch 3D”, em que o utilizador pode interagir gestualmente com uma aplicação da mesma forma como interage no mundo real.

Tratam-se de interacções esplêndidas que poderão ser conseguidas com o conhecimento integral da monitorização dos movimentos. A compreensão e a criação de sistemas de sensores para detecção de todos os movimentos é um passo fundamental para o projecto de interfaces e equipamentos para multi-táctil 3D.

„In the near future humans can look forward to merging simple hand gestures with rich feedback in a 3D interface to create display and control surfaces that are simple to use, increase productivity, and produce more socially positive experiences.“³⁹

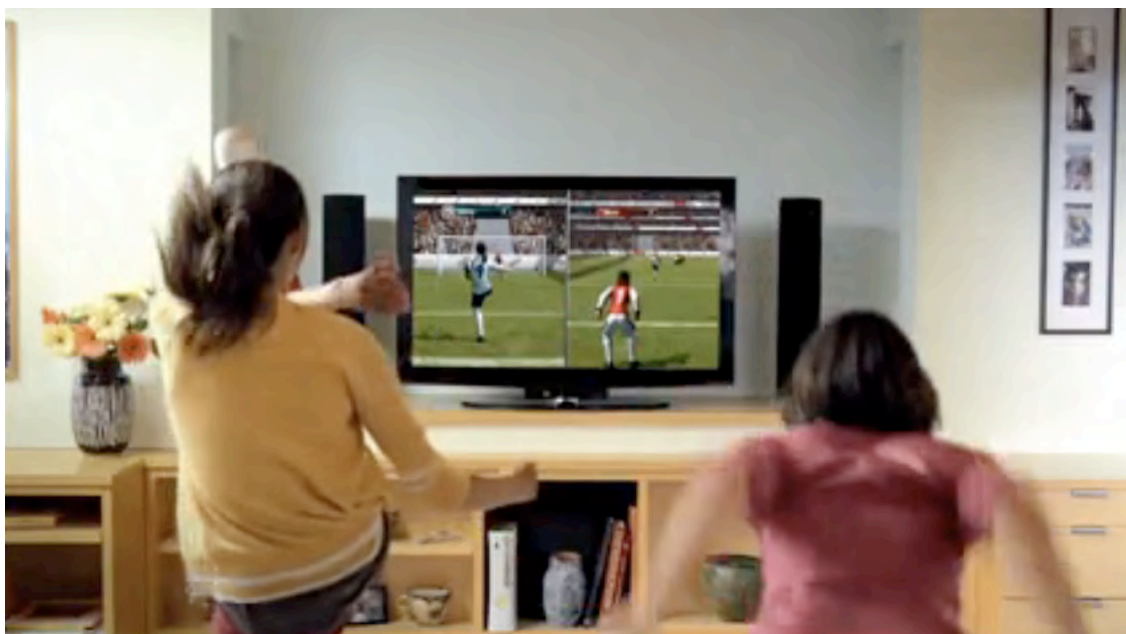


Figura 56: Demonstração da Playstation (Project Natal - E3 Microsoft Gameplay Trailer HD)
http://www.youtube.com/watch?v=RLajn1tw_I

³⁹ Jefferson Han em *Touching the Future*, Communications of the ACM, , December 2008, Vol.51, Nº12

Esta passagem para o 2D para o 3D permite a designers reflectirem em metáforas 3D, simulando com maior similitude o modo de interacção que o Homem realiza com as suas ferramentas diariamente.

Após a realização do protótipo *Base* pretende-se realizar uma investigação sobre este conceito, traçando possíveis caminhos para uma intervenção do design nesta tecnologia derivada do multi-táctil. Pretende-se uma actualização constante acerca de seus possíveis avanços realizados no âmbito de sensores que estarão na base do multi-táctil 3D.

5.2.3. INTERACÇÕES TANGÍVEIS

Baseado conceitos GUI's e TUI's pretende-se alargar as funções da mesa realizada à detecção de objectos através de marcadores fiduciais. Este desenvolvimento permitirá explorar novas interacções a partir dos objectos que poderão suscitar novas ideias para criação de aplicações gráficas.

5.2.4. A MAGIA COMO METÁFORA PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS OBJECTOS NO ÂMBITO DO MULTI-TÁCTIL

Baseado nos conceitos GSUI e TUI pretende-se aplicar o conceito de magia no projecto de objectos que sobreponham uma plataforma interactiva. Esta aplicação permite oferece abertura para o desenvolvimento de novas formas de interacção com esses objectos.

O objectivo é empreender a carga mágica existente nos objectos, encontrada no domínio do pensamento mitológico para permitir uma interacção agradável e graciosa, de maneira a possibilitar um fácil domínio da ferramenta e compreensão da aplicação que esse objecto transporta. Segundo Mike Kuniavsky⁴⁰ isso é uma abordagem possível:

„Creating technological versions of them can be a way of implicitly explaining what the technology does, how to use it, and what behavior to expect. An important part of design is understand at what point an abstraction provides less value than the complexity it introduces.“

⁴⁰ Mike Kuniavsky - designer e investigador sobre as experiências das pessoas, na intersecção da tecnologia e da vida quotidiana.

Mike Kuniavsky através do seu artigo⁴¹, aponta a magia como metáfora para compreender o modo de interacção com dispositivos que podem vir a ser utilizados num futuro próximo.

„Designers of embedded technology devices already use the language of enchanted objects in their designs, even if they do not acknowledge it explicitly: Ambient Devices’ Orb is a crystal ball for data, Nokia’s Medallion pendants are necklaces with moving picture jewels, the Symbol RS-1 barcode scanner is a ring. Clothes, cards, boxes, jewelry, amulets, wands, and books transcend many myths and cultures and regularly appear as enchanted objects.“⁴²

A magia oferece affordances mais assinaláveis para a compreensão de funções, que esses objectos venham a desempenhar quando integradas em sistemas tecnológicos como o caso do multi-táctil. Deste modo, é possível retirar todo o potencial do multi-táctil tanto no desenvolvimento de interfaces como de equipamento.

5.2.5. ELABORAÇÃO DE UMA MARCA

Esta investigação demonstra a capacidade de realização de um produto multi-táctil. Ambiciona-se que esta investigação possa a médio prazo contribuir para a realização de uma linha de equipamentos, com o propósito de serem comercializados. Para tal, numa fase inicial pretende-se a criação uma identidade para o projecto, seguido de um estudo de mercado com o fim de apurar o público alvo do produto.

⁴¹ Mike Kuniavsky em *A magic as a metaphor for ubiquitous computing*

⁴² Mike Kuniavsky em *A magic as a metaphor for ubiquitous computing*

6. Bibliografia

Han, Jefferson Y. (2005). *Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection*, *Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology*, October 23-26, Seattle, WA, USA

Fitzmaurice, G. W., Ishii, H., Buxton, W. (1995): *Bricks: Lay-ing the Foundations for Graspable User Inter-faces*. *Proceedings of the CHI'95*. New York, ACM, pp. 442-449.

Fitzmaurice, G. W. and Buxton, W. (1997): *An Empirical Evaluation of Graspable User Interfaces: towards specialized, space-multiplexed input*. *Proceedings of the CHI'97*. New York, ACM.

Buxton, B. (2007). *Multi-touch systems that i have known and loved*. Obtido em 20 de Janeiro de 2009, de Bill Buxton: <http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>

Kuniavsky, Mike (2007). *Magic as a Metaphor for Ubiquitous Computing*. Spring Forward, 36-37

Lee, S., Buxton, W., and Smith, K. C. (1985). *A Multi-Touch Three Dimensional Touch-Sensitive Tablet*. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (San Francisco, California, United States). CHI '85. ACM Press, New York, NY, 21 - 25.

Schöning J, Krüning A., Oliver P, (2009) *Multitouch is Dead, Long Live Multitouch*, CHI 2009, Boston, MA, USA

Lee, S. (1984), *A Fast Multiple-Touch-Sensitive Input Device*, M.A.Sc. Thesis, Department of Electrical Engineering, University of Toronto.

Metha, N. (1982), *A Flexible Machine Interface*, M.A.Sc. Thesds, Department of Electrical Engineering, University of Toronto.

E. Costanza and J. Robinson. *A region adjacency tree approach to the detection and design of fiducials*. In *Proceedings of Vision, Video and Graphics*, Bath, UK, 2003.

S. Jorda, M. Kaltenbrunner, G. Geiger, and R. Bencina (2005). *The reacTable*. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC 2005)*, Barcelona, Spain.

Fitzmaurice, G. (1996). *Graspable User Interfaces*. Toronto, Canada: University of Toronto.

Grudin, J. (2008). The Human-Computer Interaction Handbook - Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications. In J. A. Andrew Sears, & J. A. Andrew Sears (Ed.), *The Human-Computer Interaction Handbook - Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications*. Nova Iorque, EUA: Taylor & Francis Group, LLC.

Hiroshi Ishii, B. U. (1997). Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. *ACM Human Factors in Computing Systems (CHI 97)*. Atlanta, USA.

Nakatani, L. H. (1983). Soft machines: A philosophy of user-computer interface design. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems.*, (pp. 19-23). Boston, Massachussetts.

Jordà, S. K. (2003). *The reacTable: A Collaborative Musical Instrument*. Music Technology Group/IUA, Universitat Pompeu Fabra.

Krueger, M. . (1991). Videoplace and the interface of the future. The art of human computer interface design.

Beaudouin-Lafon, M. M. (2008). Prototyping Tools and Techniques. In A. a. Sears. *Human-Computer Interaction Handbook*.

Carroll, J. M. (1997). Human-Computer Interaction: Psychology as a Science of Design. In *International Journal of Human-Computer Studies* , pp. 501-522.

Norman, D. (2002). Emotion and design: Attractive things work better. *Interactions Magazine* , ix (4), 36-42.

Norman, D. (2004). Emotional Design. Why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005.

Bürdek, B. (2006). Design - História Teoria e Prática do Design de Produtos. São Paulo: Edgard Blucher.

Ullmer, B. &. (1997). The metaDESK: Models and prototypes for tangible user interfaces. UIST.

Ullmer, B., & Ishii, H. (20 de Abril de 2000). Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces. *IBM Systems Journal* .

- Vairinhos, M. (2002). *interactividade e mediação*. Porto: mimesis.
- Fjeld M., Bichsel M., Voorhorst F., K. Lauche, H. Krueger and M. Rauterberg (1999): *Designing graspable groupware for co-located planning and configuration tasks*. *EACE Quaterly*, Vol. 3/2, pp. 16-21.
- Pickering, J.A. (1986). *Touch-sensitive screens: the technologies and their applications*, *International Journal of Man-Machine Studies*, 25(3), 249-269.
- Bier, E. (1986). *Skitters and jacks: interactive 3D positioning tools*. *Proceedings of the 1986 Workshop on Interactive 3D Graphics*, 183-196.
- Pickering, J.A. (1986). *Touch-sensitive screens: the technologies and their applications*, *International Journal of Man-Machine Studies*, 25(3), 249-269.
- Waters, K. & Wang, S. (1990). *A 3D interactive physically-based micro world*. In E. Farrell (Ed.). *Proceedings of the SPIE - Extracting meaning from complex data: processing, display, interaction*, Vol. 1259, 91-98.
- Wickens, C. D., Todd, S., & Seidler, K. (1989). *Three-dimensional displays: Perception, implementation and applications*. CSERIAC Technical Report No. 89-001. Wright Patterson Air Force Base, Ohio.
- Wolf, W., Ozer, B., & Lv, T. (2002). *Smart Cameras as Embedded Systems*. *IEEE Computer*, Spetember 2002, 35(9), 48-53.
- Baudisch, Patrick and Chu, Gerry. *Back-of-Device Interaction Allows Creating Very Small Touch Devices*, Microsoft Research, One Microsoft Way, Redmond, WA 98052, USA
- Shneiderman, B. (1991). *Touch screens now offer compelling uses*. *IEEE Software*, 8(2), 93-107.
- Norman, D.A. (1988). *The psychology of everyday things*. New York: Basic Books Inc.
- Parng, K.A. & Ellingstad, V.S. (1987). *Touch tablet and touch input*, *Proceedings of INTERFACE '87, Human Implications of Product Design*, May 13-15, Rochester, N.Y., 327-336.
- Dietz, P.H. & Leigh, D.L. (2001). *DiamondTouch: A Multi-User Touch Technology*, ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '01), 219-226.
- Muratore, D.A. (1987). *Human performance aspects of cursor control devices*. Working paper , 6321. Houston, Texas: MITRE Corp.
- Bonsiepe, Gui. (1997). *Do material ao digital*. Florianópolis: FIESC/IEL, 192 pp.
- Maldonado, Tomas (2006). *Design industrial*. Portugal: Edições 70, 128 p. ISBN 9724413314
- Munari, Bruno (2000). *Das coisas nascem coisas*. São Paulo: Martins Fontes, 386 p. ISBN 8533608756.
- Buxton, W., Hill, R., and Rowley, P. (1985). *Issues and Techniques in Touch-Sensitive Tablet Input*. In *Proceedings of the 12th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, SIGGRAPH '85. ACM Press, New York, NY, 215-224.
- Izadi S. , Hodges S. , Butler A. , Rrustemi A. , Buxton B., *ThinSight: integrated optical multi-touch sensing through thin form-factor displays*, Proceedings of the 2007 workshop on Emerging displays technologies: images and beyond: the future of displays and interacton, p.6-es, August 04-04, 2007, San Diego, California
- William Buxton , Ralph Hill , Peter Rowley, (1985). *Issues and techniques in touch-sensitive tablet input*, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, v.19 n.3, p.215-224
- Davidson, P. , Han, Jefferson Y. (2006). *Synthesis and control on large scale multi-touch sensing displays*, Proceedings of the 2006 conference on New interfaces for musical expression, Paris, France
- Muller, L.Y.L., (2008). *Multi-touch displays: design, applications and performance evaluation*, Universiteit van Amsterdam
- Ben-Joseph, Eran e Hiroshi Ishii, (2001). *Urban Simulation and the Luminous Planning Table: Bridging the Gap between the Digital and the Tangible*, Journal of Planning Education and Research, 21:195-202.
- Weiser, Mark. (1991). *The Computer for the 21st Century*. *Scientific American*, 265(3), 94-104 (Intled. 66{75).
- Greenfield, Adam (2006). *Everyware: the dawning age of ubiquitous computing*. New Riders, p.11-12.
- Hansmann, Uwe (2003). *Pervasive Computing: The Mobile Word*. Springer., ISBN 3540002189
- Baudisch P., and Chu G., *Back-of-Device Interaction Allows Creating Very Small Touch Devices*, Microsoft Research, One Microsoft Way, Redmond, WA 98052, USA
- Motamedi, Mima, (2008). *HD Touch: Multi-touch and Object Sensing on a High Definition LCD TV*, Simon Fraser University, Vancouver, Canada

Lista de figuras

Figura 1: Iphone da Apple.....	7
Figura 2: Microsoft Surface.....	8
Figura 3: Jeff Han Demonstração no TED Conferences do sistema Frustrated Total Internal Reflection (FTIR)	11
Figura 4: Blobs.....	13
Figura 5: Sistema FTIR Frustrated Total Internal Reflection.....	14
Figura 6: Cavilha com leds infravermelhos	15
Figura 7: Exemplo de marcadores fiduciais	16
Figura 8: Sistema DI Diffused Illumination	17
Figura 9: Sistema LLP Laser Light Plane	19
Figura 10: Protótipo realizado através de um monitor LCD realizado por Nima Motamedi.....	22
Figura 11: Projecto Reactable.....	27
Figura 12: Sistema de funcionamento da Reactable.....	28
Figura 13: Etiquetas RFID	29
Figura 14: Fontplore.....	30
Figura 15: Interação com AudioPad.....	31
Figura 16: MusicBottles	32
Figura 17: Projecto Urban Plan Simulation desenvolvido pelo MIT.....	34
Figura 18: Projecto Urban Plan Simulation desenvolvido pelo MIT.....	35
Figura 19: InTouch	36
Figura 20: Multitouch Barcelona: Space Invaders no OFFF 2009	38
Figura 21: Puddle of Life da SenseBloom de Paulo Serra.....	39
Figura 22: Modelação em 3D da mesa Alpha	43
Figura 23: Primeiros estudos de óptica para disposição das componentes de hardware (Janeiro 2009)	44
Figura 24: Mesa Alpha	45
Figura 25: Interior da mesa multi-táctil Alpha.....	46
Figura 26: Interior da mesa multi-táctil Alpha.....	46
Figura 27: Interação com a mesa multi-táctil Alpha.....	47
Figura 28: Implementação da câmara.....	49
Figura 29: Xbox 360 Live Vision Figura 30: Desencaixe na câmara.....	52
Figura 31: Remoção de parafusos Figura 32: Remoção de parafusos.....	52
Figura 33: Componente que integra o filtro bloqueador Figura 34: Remoção do filtro bloqueador.....	54
Figura 35: Remontagem da câmara	54
Figure 36: Display Aplicação da película.....	55
Figura 37: Realização de testes na mesa Alpha Calibração do Software TBeta	56
Figura 38: Interface do software TBeta.....	57
Figura 39: Grelha de calibração do software <i>TBeta</i>	59
Figura 40: Exemplo de suporte com leds infravermelhos	62
Figura 41: Imagem dos perfis extrudidos F.018 da Extrusal.....	63
Figura 42: Esquema de montagem dos perfis de alumínio F.018.....	64
Figura 43: Modelação em 3D da mesa multi-táctil Base	67
Figura 44: Especificações técnicas da mesa multi-táctil	68
Figura 45: Abertura para remoção e manutenção das componentes.....	69
Figure 46: Colocação do projector na mesa <i>Base</i>	70

Figura 47: Medidas técnicas da parte 3 da mesa multi-táctil <i>Base</i>	70
Figure 48: Medidas técnicas da base da mesa.....	71
Figura 49: Características do projector Mitsubishi WD500U ST.....	75
Figura 50: Dimensões do projector Mitsubishi WD500U ST (imagem retirada do site www.projectorcentral.com/Mitsubishi-WD500U-ST.htm).....	75
Figura 51: Especificações técnicas da secretária multi-táctil.....	76
Figura 52: Inserção do teclado.....	77
Figura 53: medidas em corte do compartimento para integração do teclado.....	77
Figura 54: Ranhuras para refrigeração do sistema.....	78
Figura 55: Relação do corpo com a secretária multi-táctil.....	78
Figura 56: Demonstração da Playstation (Project Natal - E3 Microsoft Gameplay Trailer HD) http://www.youtube.com/watch?v=RIajnr1tw_I	80

Anexo 1 | Definição, missão e contexto do Contagio⁴³

Estratégia do estúdio/laboratório

Estratégia de funcionamento do Laboratório Contagio como um espaço de produção especulativa e criativa que permita articular os diferentes actores do DeCA, bem como outros agentes exteriores, em projectos de interesse mútuo. Nesse sentido propõe-se a promoção e exploração, no contexto da investigação projectual, dos contributos das diferentes áreas de conhecimento, assim como os interesses científicos e competências técnicas dos seus membros, promovendo projectos, *workshops*, acções, conferências e temas de investigação conducentes com o seu âmbito, missão e estratégia.

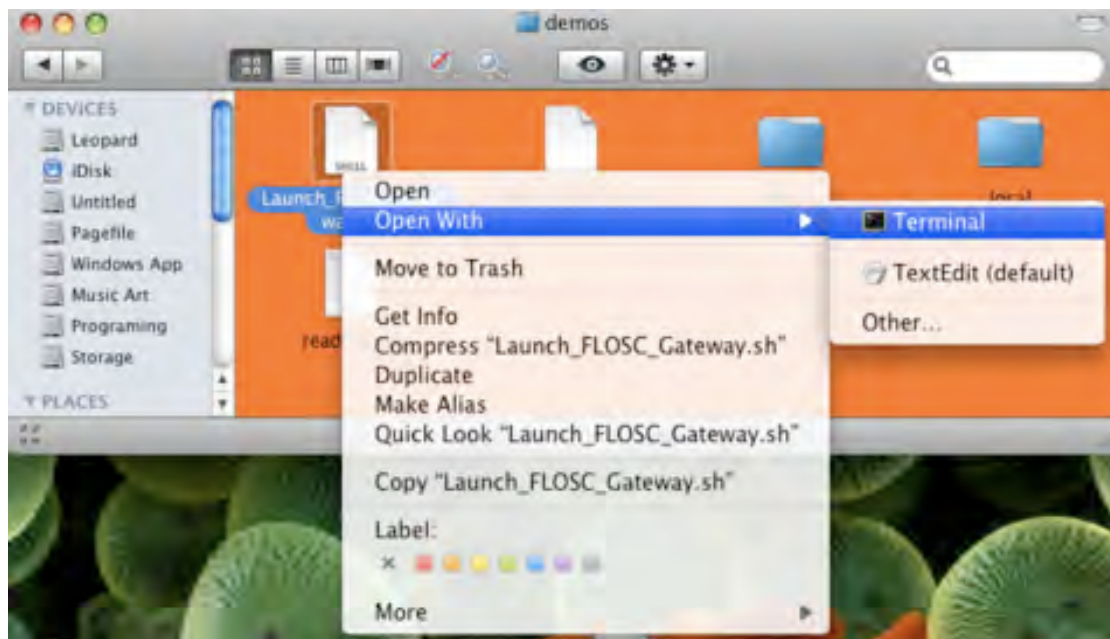
Bolsa de ideias e projectos

Constituição de uma bolsa de ideias e de um mercado de projectos que permita: **a)** que alunos e professores tenham uma maior consciência dos projectos e ideias que se desenvolvem nas diferentes frentes de investigação neste domínio; **b)** agenciar a constituição de grupos/células transdisciplinares de teóricos/investigadores/designers/tecnólogos/artistas que permitam desenvolver projectos reais cuja escala e espectro científico e técnico seria impossível de alcançar no contexto restrito e individual das disciplinas curriculares; **c)** potenciar a extensão das alianças a outros agentes criativos e técnicos exteriores ao DeCA.

⁴³ [Texto retirado da tese de doutoramento *do design de interacção ao design da experiência tecnologicamente (i)mediada*, do Professor Luís Nuno Dias]

Anexo 3 | Calibração vídeo e iniciação de aplicações demos em Flash

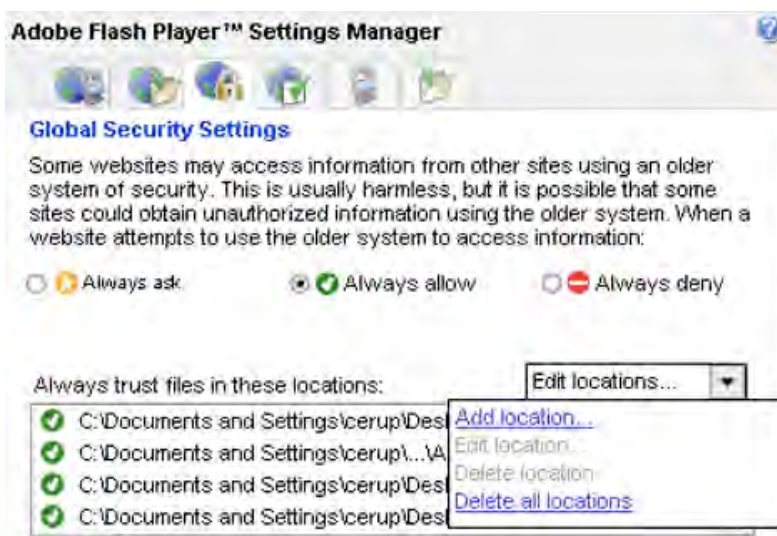
1. Sair da aplicação **TBeta** (pressione ESC);
2. Abrir arquivo **TBeta**;
3. Localize ficheiro **config.xml**;
4. Abrir ficheiro com programa **Editor de Texto**;
5. Procurar secção de edição das características de vídeo;
6. Guardar arquivo **config.xml**. Iniciar a aplicação **TBeta**.



1. Abrir arquivo **Demos**;

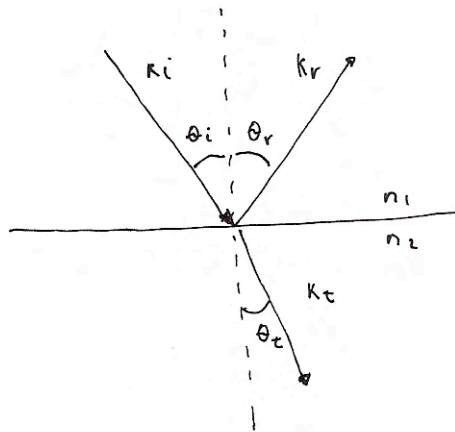
2. Abrir ficheiro **FLOSC** com aplicação **Terminal** (em Windows clique 2 vezes para abrir o ficheiro);
3. Necessário Java 6+ para execução do ficheiro **FLOSH** em <http://java.com/en/download/>
4. A fim de executar arquivos com extensão SWF é necessário editar definições em: http://www.macromedia.com/support/documentation/en/flashplayer/help/settings_manager04.html

Insira o local onde se encontra pasta Demos.



5. Inicie **Demos SWF** com **Flashplayer**.

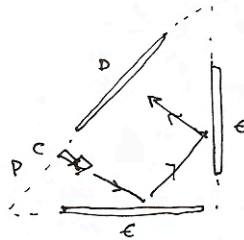
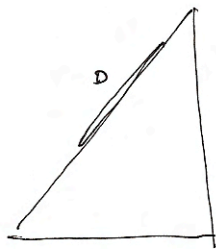
Anexo 3 | Estudos de Óptica Geométrica



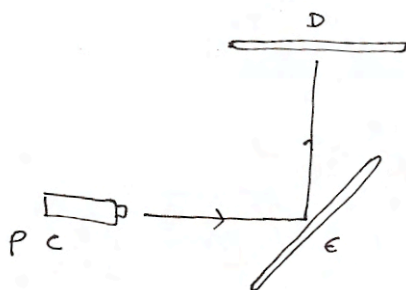
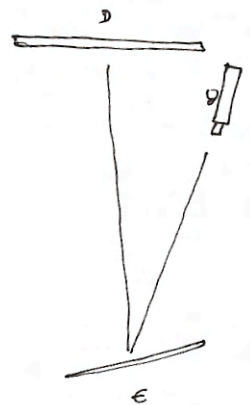
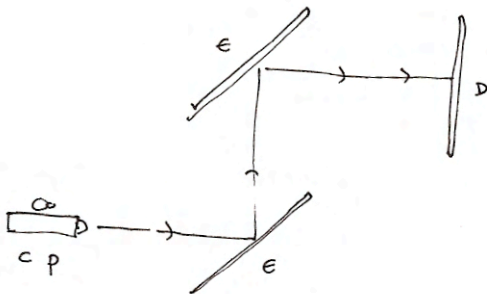
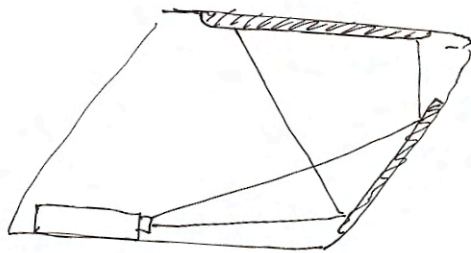
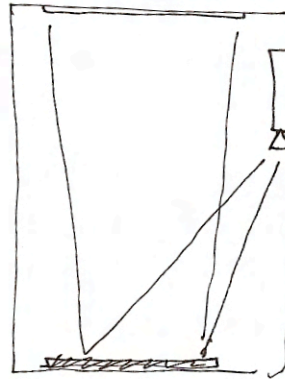
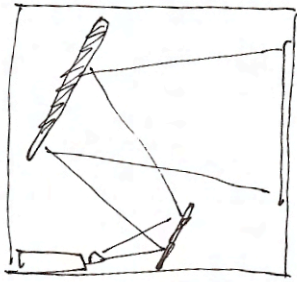
$E_{oi} \exp(k_i \cdot r - \omega_i t)$ ONDA INCIDENTE

$E_{or} \exp(k_r \cdot r - \omega_r t)$ ONDA REFLECTIDA

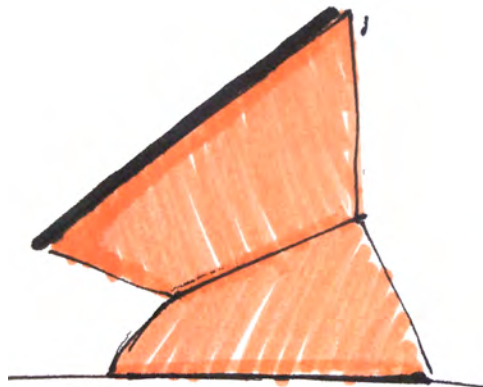
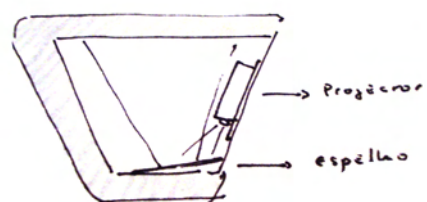
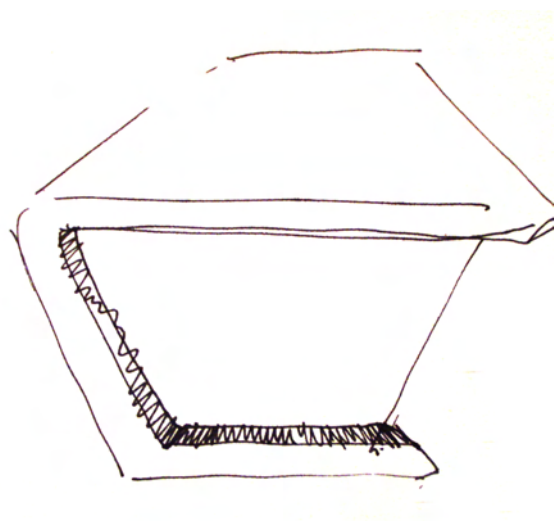
$E_{ot} \exp(k_t \cdot r - \omega_t t)$ ONDA TRANSMITIDA



D - display
E - espelho
C - câmara
P - projetor

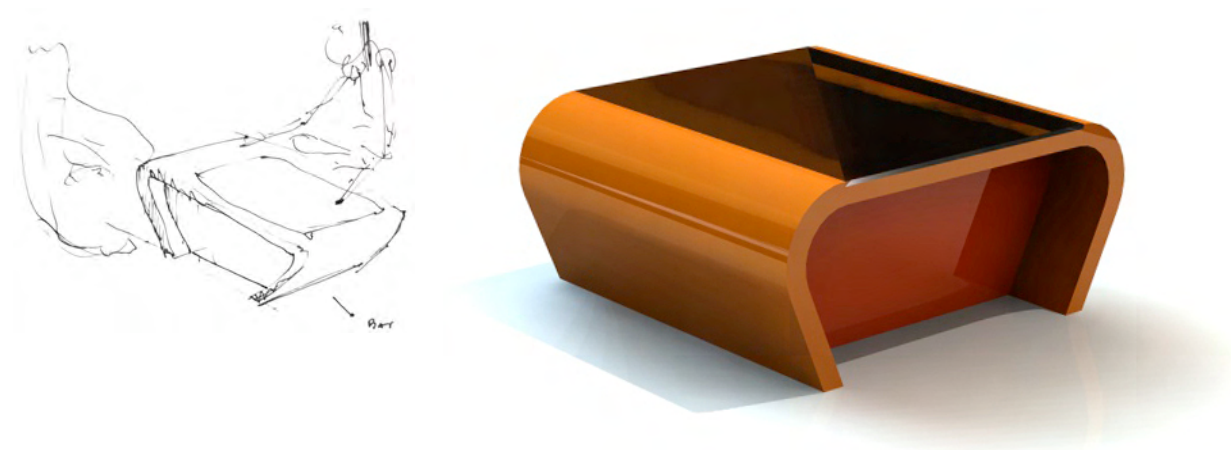


Anexo 4 | Estudos e esboços de equipamentos multi-tácteis

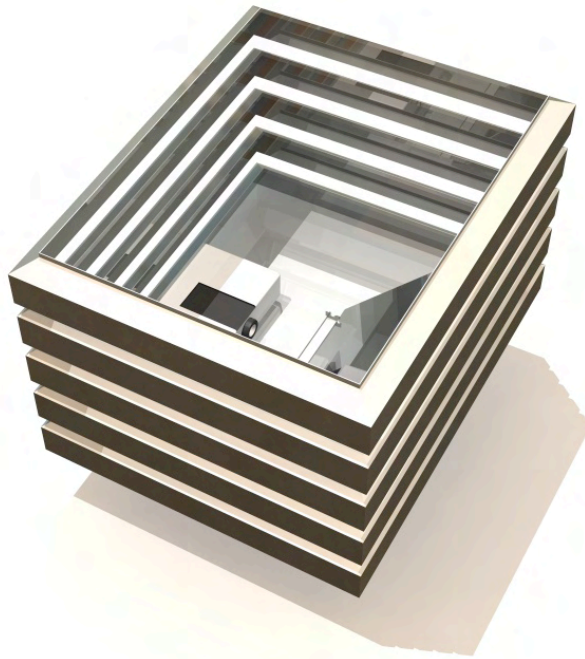




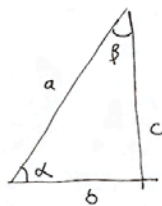
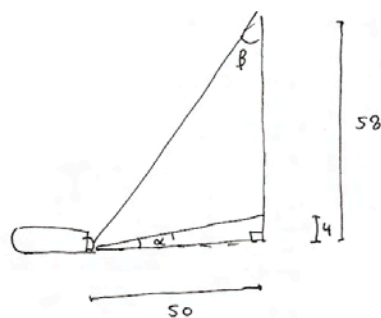
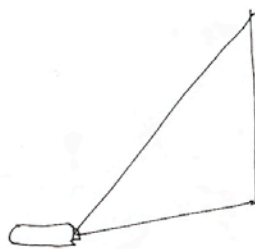
Esta plataforma foi desenvolvida para espaços reservados a crianças como centros comerciais ou jardins de infância. Este equipamento é composto em duas partes: A inferior como área de interacção e a superior que integra dois projectores projectando a mesma imagem, situados nas duas extremidades minimizando o efeito sombra.



Esta mesa multi-táctil foi pensada para ser implementada em bares ou cafés, permitindo que objectos como copos e telemóveis interajam com as aplicações gráficas da mesa.



Anexo 5 | Cálculo dos ângulos da projecção para determinar dimensões da secretária multi-táctil



$$\text{sen } \alpha = \frac{c}{a}$$

$$\text{sen } \beta = \frac{b}{a}$$

$$a = ?$$

$$b = 50$$

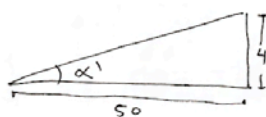
$$c = 58$$

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{b^2 + c^2} \\ &= \sqrt{50^2 + 58^2} \\ &= 76,58 \end{aligned}$$

$$\text{sen } \beta = \frac{50}{76,58} = 0,6529...$$

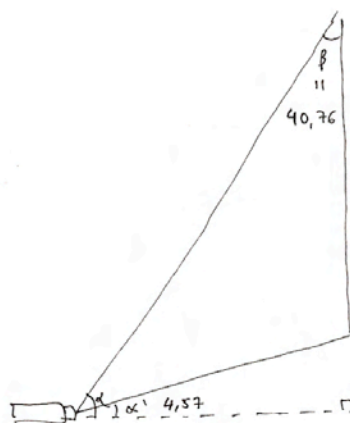
$$\beta = 40,76$$

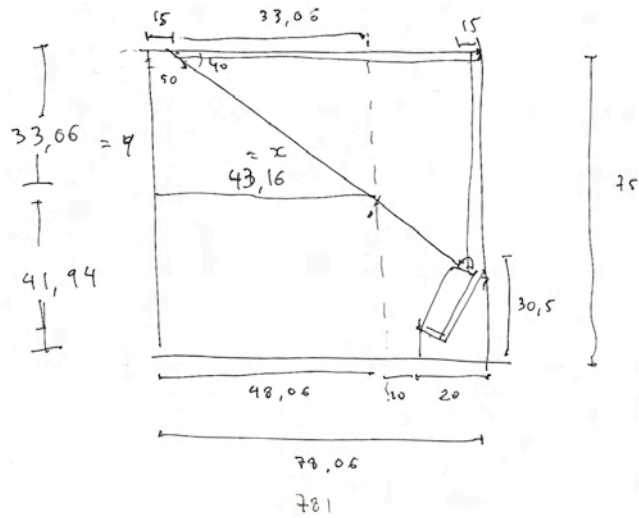
$$\alpha' = ?$$



$$\tan \alpha' = \frac{4}{50} = 0,08$$

$$\alpha' = 4,57$$





$$\cos(40) = \frac{33,06}{x} =$$

$$0,766 = \frac{33,06}{x}$$

$$x = \frac{33,06}{0,766} = 43,16$$

$$\cos(40) = \frac{\text{c. adj.}}{43,16}$$

$$0,766 = \frac{\text{c. op. y}}{43,16}$$

$$y = 0,766 \times 43,16 = 33,06$$